

RANCANG BANGUN FILTER AIR BERBASIS ARDUINO PADA PENAMPUNGAN AIR MENGGUNAKAN METODE FUZZY

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

PONCO WIGUNA

NIM:125150307111028



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN FILTER AIR BERBASIS ARDUINO PADA PENAMPUNGAN AIR
MENGUNAKAN METODE FUZZY**

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer**

**Disusun Oleh :
Ponco Wiguna
NIM: 125150307111028**

**Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
17 Januari 2018
Telah diperiksa dan disetujui oleh:**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Moch Hannats Hanafi I, S.ST., M.T.
NIK: 201405 881229 1 001**

**Hurriyatul Fitriyah, S.T., M.Sc.
NIP: 19851001 201504 002**

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Informatika**

**Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP: 19710518 200312 1 001**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 2018

Ponco Wiguna

NIM:125150307111028

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga laporan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Filter Air Berbasis Arduino Pada Penampungan Air Menggunakan Metode Fuzzy” ini dapat terselesaikan. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, yang selalu memberikan doa, motivasi, kasih sayang, dukungan moril dan materil sebagai penyemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Sabriansyah Rizkiqa Akbar, S.T., M.Eng** selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer serta dosen PA yang sudah banyak membantu.
3. Bapak **Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T.** selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu **Hurriyatul Fitriyah, S.T, M.Sc.** selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Segenap Bapak Ibu dosen dan staf serta karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya atas segenap ilmu pengetahuan yang diberikan.
6. **M. Kholis Fikri, S.Kom, Embris Nuresalandis, S.Kom, Aras Nizamul Aryo Anwar, M. Wingga Woggiasworo, Arycca Septian Mulyana, Fauzi Awal Ramadhan, Samkhyia Aparigraha**, terima kasih untuk dukungan dalam penyelesaian skripsi ini serta seluruh teman-teman sistem komputer angkatan 2012. **Rahajeng Arfitriani, Amd. Kep** yang sudah dengan sabar memberikan dukungan, semangat, dan doa selama pengerjaan skripsi ini dan pihak yang tidak bias disebutkan satu per satu.
7. **Alm. Achdimas Priyo Asjari, S.Hut, Dikka Abimanyu, S.T, M Fauzi Hadi, S.Ars, M.Arief Gilang Pratama, S.TP, Naufal Husnan Bakhtiar, S.T, Fiandy Lazuardi, S.E, Norray Lammalif, S.T, Ananda Maharani, S.Psi** untuk dukungan jarak jauh yang terus di berikan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Malang, 17 Januari 2018

Penulis

poncowiguna@gmail.com

ABSTRAK

Air merupakan sumber kehidupan yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup, seperti untuk kebutuhan sehari-hari, sarana transportasi dan sebagai sumber energi seperti untuk PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau melakukan aktivitas sehari-hari seperti halnya sanitasi. Berdasarkan masalah di atas maka penelitian ini akan membuat alat yang berfungsi untuk menjernihkan dan menghilangkan kadar asam yang terdapat pada air. Alat ini akan bekerja jika sensor yang ada pada tempat penampungan air mendeteksi kekeruhan dan kadar asam. Data sensor akan diproses oleh mikrokontroler dan akan menghidupkan pompa yang ada secara otomatis jika terdeteksi adanya kekeruhan dan kadar asam yang tidak sesuai. Nilai data yang ada pada sensor akan di proses menggunakan metode fuzzy untuk mendapatkan data output sesuai dengan hasil pemetaan data yang akan di eksekusi oleh actuator, actuator ini berupa pompa yang akan menyalurkan air ke tempat penyaringan yang sudah di sediakan. Pada pengujian tingkat akurasi sensor untuk mengetahui kondisi air ini adalah 94.21%. Berdasarkan pengujian sistem penjernihan air dengan kondisi keruh memakan waktu selama kurang lebih 7 jam, dan pada kondisi air asam proses penjernihan ini memakan waktu kurang lebih 10 menit dengan menggunakan tawas sebagai penetral kondisi air yang asam. Pada pengujian akurasi PWM terhadap MATLAB ini bertujuan untuk melihat akurasi yang ada pada nilai PWM yang dapat dilihat pada LCD 20X4 dan dibandingkan dengan nilai pada MATLAB dengan nilai range 0-255.

Kata kunci – Filter Air, *Fuzzy*, *Arduino*

ABSTRACT

Water is a source of life indispensable to living things, such as for daily necessities, transportation and as a source of energy such as for hydropower. Clean water is one type of water resource that has good quality and can be utilized by humans to be consumed or perform daily activities such as sanitation. Based on the problem given above, this research will make a tool that serves to clear and remove the acid content contained in water. This tool will work if the sensors in the water reservoir detect turbidity and acid levels. Data from the sensor will be processed by the microcontroller and will turn on the pump automatically if the turbidity is detected and the acid content is not appropriate. The value of the data on the sensor will be processed using the fuzzy method to get the output data in accordance with the results of data mapping to be executed by the actuator, this actuator is a pump that will deliver water to the filter. In the accuracy test of the sensor to determine the condition of this water is 94.21%. Based on examination of water purification system with turbid condition take time for approximately 7 hours, and at acid water condition this clarification process takes about 10 minutes by using alum as neutralizer for acid water condition. In the accuracy test of PWM on MATLAB aims to see the accuracy of the PWM value that can be seen on 20X4 LCD and compared with the value in MATLAB within the range of 0-255.

Keywords – Fuzzy, Water Filter, Arduino

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika pembahasan	4
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	5
2.2.1 Karakteristik Air	6
2.2.2 Sensor Ph air.....	6
2.2.3 Sensor Photodioda	7
2.2.4 Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	8
2.2.5 Teori PWM	10
2.2.6 Arduino Nano	11
2.2.7 Driver Mosfet	12
2.2.8 Pompa Air 12 Volt	13
2.2.9 LCD 20X4	14
2.2.10 Filter Air	15
BAB 3 METODOLOGI	17
3.1 Metodologi Penelitian	17

3.1.1 Studi Literatur	17
3.1.2 Analisa Kebutuhan	17
3.1.3 Perancangan Sistem	18
3.1.4 Implementasi	21
3.1.5 Pengujian.....	21
3.1.6 Analisis.....	21
3.1.7 Kesimpulan.....	22
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	23
4.1 Deskripsi Umum.....	23
4.1.1 Perspektif Sistem.....	23
4.1.2 Karakteristik Pengguna	23
4.1.3 Batasan Sistem	23
4.1.4 Asumsi dan Ketergantungan	23
4.2 Kebutuhan Antarmuka.....	24
4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna	24
4.2.2 Antarmuka Perangkat Keras	24
4.2.3 Antarmuka Perangkat Lunak.....	25
4.3 Kebutuhan Fungsional	26
4.4 Kebutuhan Non-Fungsional	26
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	28
5.1 Gambaran Umum Sistem.....	28
5.2 Perancangan Sistem.....	29
5.2.1 Perancangan frame filter air	29
5.2.2 Perancangan kontrol logika fuzzy	34
5.2.3 Perancangan Komunikasi Port Arduino Nano.....	41
5.3 Implementasi Sistem	42
5.3.1 Implementasi perangkat keras.....	42
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	52
6.1 Pengujian dan Analisis Sensor	52
6.1.1 Pengujian Sensor Kekeruhan	52
6.1.2 Pengujian Sensor Ph.....	53
6.2 Pengujian dan Analisi Filter Air	55

6.2.1 Pengujian penjernihan air keruh.....	55
6.2.2 Pengujian netralisir air asam.....	56
6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian Penyaringan Air	57
6.3 Pengujian Keseluruhan Akurasi PWM Terhadap MATLAB	59
BAB 7 PENUTUP	61
7.1 Kesimpulan.....	61
7.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
LAMPIRAN	65
Program Utama.....	65
Program <i>Fuzzy</i>	67
Program Sensor.....	69
Kusioner	71

DAFTAR TABEL

Table 3.1 Analisis Kebutuhan	18
Table 5.1 penjelasan pembacaan sensor Ph meter	31
Table 5.2 penjelasan pembacaan pompa 12V satu dan dua	33
Table 5.3 tabel rule aturan fuzzyfikasi	40
Table 5.4 potongan program kontrol logika fuzzy	48
Table 6.1 Tabel Pengujian Akurasi Sensor Ph	54
Table 6.2 Prosedur Pengujian Air Keruh	55
Table 6.3 Prosedur Pengujian Air Asam	56
Table 6.4 Tabel Pengujian Nilai PWM Dengan MATLAB	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Ph.....	7
Gambar 2.2 Sensor Photodiode	8
Gambar 2.3 Inferensi <i>Fuzzy</i> dengan metode <i>MAX-MIN</i>	10
Gambar 2.4 Penjelasan Teori PWM	11
Gambar 2.5 Arduino Nano	12
Gambar 2.6 Logika Mosfet	13
Gambar 2.7 Pompa Air 12V.....	14
Gambar 2.8 LCD 20X4.....	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pengerjaan Penelitian	17
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem.....	18
Gambar 3.3 Flowchart Sistem Kerja.....	20
Gambar 4.1 Kuisisioner Nilai Kejernihan Air.....	27
Gambar 4.2 Kuisisioner Nilai Kekeruhan Air.....	27
Gambar 5.1 Perancangan Perangkat Keras.....	28
Gambar 5.2 Desain Frame Filter air	29
Gambar 5.3 Perancangan Pembacaan Sensor Photodiode	30
Gambar 5.4 Perancangan Pembacaan Sensor Ph Meter	31
Gambar 5.5 Perancangan Pembacaan Pompa Air 12V	32
Gambar 5.6 perancangan pompa 12V kedua	33
Gambar 5.7 Perancangan Penyaringan Air Keruh.....	34
Gambar 5.8 Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	35
Gambar 5.9 Nilai Keanggotaan Kekeruhan	36
Gambar 5.10 Nilai Keanggotaan Keasaman	37
Gambar 5.11 Nilai Keanggotaan Pompa 1	38
Gambar 5.12 Nilai Keanggotaan Pompa 2	39
Gambar 5.13 Error Dalam Rule Matlab.....	40
Gambar 5.14 Implementasi Tempat Penampungan Air	43
Gambar 5.15 Implementasi Sensor Kekeruhan	44
Gambar 5.16 Implementasi Sensor Ph.....	45
Gambar 5.17 Implementasi Pompa Air 12V.....	46
Gambar 5.18 Implementasi LCD 20X4	47

Gambar 5.19 Implementasi Penyaringan Air	48
Gambar 6.1 Grafik Sensor Kekeruhan	53
Gambar 6.2 Pengujian Akurasi Sensor Ph	54
Gambar 6.3 Skenario Pengujian Air Keruh	55
Gambar 6.4 Skenario Pengujian Air Asam	56
Gambar 6.5 Hasil Penjernihan Air Keruh	58
Gambar 6.6 Hasil Penjernihan Air Asam	59
Gambar 6.7 Pengujian Akurasi PWM terhadap MATLAB	59

DAFTAR LAMPIRAN

A. 1 Program Utama	65
A. 2 Program <i>Fuzzy</i>	67
A. 3 Program Sensor	69
A. 4 Kusioner	71

BAB 1 PENDAHULUAN

Bagian utama skripsi terdiri dari beberapa komponen atau bab yang tersusun dengan alur yang logis. Pendahuluan merupakan komponen/bab pertama yang harus menjelaskan apa yang akan dikerjakan dalam skripsi dan mengapa ini perlu dikerjakan.

1.1 Latar belakang

Pada era modern seperti sekarang ini perkembangan teknologi sudah dapat mencakup tidak hanya pada bidang teknologi itu sendiri melainkan juga bisa mencakup pada bidang lainnya seperti lingkungan, industri, dan lain-lain. Teknologi pada era modern seperti sekarang ini juga dapat di aplikasikan pada banyak hal seperti air. Air merupakan sumber kehidupan yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup, seperti untuk kebutuhan sehari-hari, sarana transportasi dan sebagai sumber energi seperti untuk PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air). Air dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu air bersih dan air kotor yang keduanya memiliki karakteristik masing- masing. Air bersih merupakan salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau melakukan aktivitas sehari-hari seperti halnya sanitasi.

Sebagaimana kita ketahui, air keruh merupakan salah satu ciri air yang tidak bersih dan tidak sehat. Pengkonsumsian air keruh dapat mengakibatkan timbulnya berbagai jenis penyakit seperti cacingan, diare dan penyakit kulit. Menurut Departemen Kesehatan Indonesia, air minum yang baik untuk dikonsumsi adalah air minum yang memiliki syarat-syarat antara lain tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak mengandung logam berat. Air yang di peroleh dari sumber alam yang dikonsumsi oleh manusia memiliki risiko bahwa air telah tercemar oleh bakteri (misalnya *Escherichia coli*) atau zat-zat berbahaya lainnya. Air bersih sangat dibutuhkan khususnya daerah perkotaan yang menggunakan fasilitas PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) untuk sumber air bersih. Tidak terkecuali Kota Malang, sekitar 60% akan kebutuhan air bersih dipasok dari PDAM. PDAM kota Malang khususnya di daerah Malang Kota memasok air dari beberapa sumber air atau menggunakan air permukaan yang tingkat kebersihan airnya tergantung pada keadaan sumber air tersebut. Umumnya, air menjadi keruh setelah hujan turun relatif lebat dan lama.

Ada beberapa cara untuk menjernihkan dan menghilangkan kadar asam pada air yang ada di sebuah tempat penampungan air di antaranya adalah dengan menggunakan bahan alami seperti biji kelor, menggunakan bahan kimia seperti tawas dan AGS, dan juga menggunakan penyaring air. Semua memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing seperti contohnya dengan menggunakan biji kelor ini memang sangat baik karna berbahan alami, tetapi saat ini sangat sulit untuk mendapatkan biji kelor ini. Ada cara lain untuk membuat air ini menjadi jernih yaitu dengan menggunakan botol penyaring atau dengan bak penyaringan, cara ini sangat lah efektif dan hanya menyesuaikan dengan kebutuhan volume air yang

ingin di bersihkan, jika volume yang ingin di bersihkan berukuran besar maka di anjurkan untuk menggunakan bak penyaringan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Cara untuk menyaring menggunakan botol atau bak penyaringan ini hampir sama, hanya saja bahan yang di gunakan lebih banyak jika menggunakan bak penyaringan. Alat yang di gunakan biasanya berupa pasir yang sudah di bersihkan, kerikil, ijuk, arang, dan juga spons yang di susun sesuai dengan susunan yang di butuhkan.

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen penbentuk soft computing yang pertama kali di kenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan yang di mana peranan derajat keanggotaan penalaran sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan menggunakan logika fuzzy tersebut. Logika fuzzy bias dianggap sebagai kotak hitam yang berhubungan antara ruang input dengan ruang output yang ada, kotak hitam ini berisi cara atau metode yang dapat di gunakan untuk mengelola data input menjadi output dalam bentuk informasi yang baik. Logika fuzzy dapat di istilahkan dengan istilah biner (0 atau 1), hitam atau putih, iya atau tidak, logika fuzzy juga dapat diistilahkan dengan konsep tidak pasti yang terbagi menjadi 3 yaitu sedikit, lumayan dan sangat yang berhubungan dengan teori kemungkinan. Penelitian terkait tentang bahasan ini adalah "*RANCANG BANGUN SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION PADA PROSES PENCUCIAN FILTER AIR SECARA OTOMATIS DI PDAM KARANGPILANG 1*" oleh Yanuar Rizky di mana logika *fuzzy* pada proses filter ini menggunakan 2 input yaitu berupa level reservoir dan tingkat kekeruha dari filter juga berupa pengambilan keputusan untuk mencuci filter. Dimana deklarasi nilai pada masing-masing lebel pada 2 buah input dan 1 output dengan nilai sebagai berikut: $Negati=3000.0$, $Neg1=0.0$, $Neg2=0.0$, $Neg3=3000.0$, dan $Neg4=6000.0$. Deklarasi pada masing label dibagi menjadi 4 titik. Titik pertama (dimulai dari kiri) berarti awal membership function (tingkat kebenaran "0"), kemudian titik 2 dan 3 adalah batas garis dimana tingkat kebenarannya adalah "1". Titik 4 adalah titik dimana garis jatuh kebeneran adalah "0" (paling kanan) untuk label tersebut. Ide dasar pembuatan proses fuzzyfication ini adalah dengan menggunakan rumus persamaan garis lurus yang melewati 2 buah titik.

Berdasarkan latar belakang yang ada penelitian ini akan membuat alat yang berfungsi untuk menjernihkan dan menghilangkan kadar asam yang terdapat pada air. Tingkat kekeruhan air ini diamati dengan cara mengambil sampel air sungai dan air yang ada pada PDAM kemudian diamati. Alat ini akan bekerja jika sensor yang ada pada tempat penampungan air mendeteksi kekeruhan dan kadar asam, kemudain data sensor akan diproses oleh mikrokontroler dan akan menghidupkan pompa yang ada secara otomatis jika terdeteksi adanya kekeruhan dan kadar asam yang tidak sesuai. Nilai data yang ada pada sensor aka di proses menggunakan metode fuzzy untuk mendapatkan data output sesuai dengan hasil pemetaan data yang akan di eksekusi oleh actuator, actuator ini berupa pompa yang akan menyalurkan air ke tempat penyaringan yang sudah di sediakan. Hal ini akan di lakukan secara berulang jika masih di deteksi adanya kekeruhan dan kadar asam pada tempat pengampungan air yang ada.

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana merancang filter air berbasis arduino pada penampungan air menggunakan metode fuzzy?
2. Bagaimana mengimplementasikan filter air berbasis arduino pada penampungan air menggunakan metode fuzzy?
3. Bagaimana hasil dari implementasi filter air berbasis arduino pada penampungan air menggunakan metode fuzzy?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Membangun rancangan dan implementasi filter air berbasis arduino menggunakan metode fuzzy dengan menggunakan arduino nano, sensor ph air serta photodioda dan led serta penyaringannya untuk menetralkan air sesuai kondisi yang diinginkan.
2. Mengimplementasikan dan merancang metode fuzzy pada penampungan dengan filter air berbasis arduino.
3. Mengukur hasil penyaringan dan lama waktu penyaringan dari implementasi filter air berbasis arduino pada penampungan air menggunakan metode fuzzy.

1.4 Manfaat

- a. Bagi penulis
 1. Penulis dapat menerapkan ilmu yang sudah di dapatkan melalui perkuliahan yang sudah di jalani selama berada di Universitas Brawijaya.
 2. Mendapatkan pemahaman tentang proses kerja dari Arduino nano, penggunaan sensor ph air, sensor photodiode, dan metode fuzzy serta pengembangan perangkat tersebut ke bidang lainnya.
- b. Bagi pengguna
 1. Pengguna tidak perlu kahwatir air yang ada akan terkontaminasi jika penampungan air tidak layak untuk di gunakan.
 2. Pengguna juga tidak perlu melakukan pengantian air pada penampungan karena sistem akan melakukan secara otomatis.

1.5 Batasan masalah

Agar dapat dilakukan secara lebih terfokus, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Pendeteksi air yang dilakukan dengan menggunakan air PDAM dan air pada keran rumah.

2. Sistem sensor yang dirancang terdiri dari sensor ph air dan sensor Photodiode.
3. Kondisi air yang digunakan adalah air jernih yang di keruhkan dengan tanah untuk kekeruhan dan campuran air jernih dengan cuka untuk kondisi air asam.
4. Perancangan alat ini dibuat dengan menggunakan *prototype* tempat penampungan air.

1.6 Sistematika pembahasan

Sistematik penulisan penelitian di tunjukkan untuk memberikan gambaran dan uraian dari penyusunan tugas akhir secara garis besar yang meliputi beberapa bab , sebagai berikut.

BAB I : Pendahuluan

Menguraikan latar belakang ,rumusan masalah ,batasan masalah ,tujuan ,manfaat dan sistematika penulisan .

BAB II : Landasan Kepustakaan

Menguraikan kajian pustaka dan dasar teori yang mendasari system sensor kekeruhan air, dan system pada katup otomatis yang sudah ada.

BAB III : Metodologi

Menguraikan tentang metode dan langkah kerja yang terdiri dari studi literatur, analisis kebutuhan simulasi ,perancangan sistem ,implementasi dan analisis serta pengambilan kesimpulan.

BAB IV : Perancangan

Menguraikan proses implementasi dari dasar teori yang telah di pelajari sesuai analisis dan perancangan system.

BAB V : Implementasi

Memuat hasil pengujian dan anaisis terhadap system yang telah direalisasikan .

BAB VI : Pengujian dan analisis hasil

Memuat hasil dan proses pengujian terhadap sensor yang ada dan katup otomatis terhadap pipa saluran air.

BAB VII : Penutup

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari pembuatan dan pengujian program , serta saran-saran untuk mengembangkan lebih lanjut.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Bab ini berisi pokok bahasan tinjauan pustaka yang mencakup kajian pustaka dan dasar teori sesuai dengan yang diperlukan. Kajian pustaka membahas beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dasar teori berisi pokok bahasan yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang dilakukan.

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian sebelumnya tentang *“Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler”* oleh Nike Ike Nuzula dan Endarko. Dimana cara kerjanya adalah dengan menggunakan fotodiode sebagai sensor dan LED sebagai sumber cahaya untuk mengukur tingkat kekeruhan air serta mikrokontroler ATmega 8535 untuk pemrosesan data. LED dan photodiode diposisikan sejajar satu sama lain berjarak 2 inci pada sebuah tabung pengujian. Air yang ingin di uji di masukan ke dalam tabung pengujian sebelum di masukan ke dalam biosand filter. Yang mana nantinya akan mengetahui kadar kekeruhan suatu air yang sudah di ujikan pada tabung pengujian. Kekurangan dalam bahasan ini adalah batasan yang hanya mampu mengukur kadar air yang sudah di ujikan tanpa bisa membuat kondisi air kembali normal.

Pada penelitian lainnya tentang *“Turbidimeter Design and Analysis: A Review on Optical Fiber Sensor for the Measurement of Water Turbidity”* oleh Ahmad Fairuz Bin Omar dan Mohd Zubir Bin MatJafri. Tingkat kekeruhan beroperasi berdasarkan fenomena optik yang terjadi saat ada cahaya melalui badan air yang tersebar oleh adanya partikel asing yang tersuspensi didalamnya. Penulis telah membuat desain sistem tingkat kekeruhan dengan memanfaatkan kabel *fiber optic* untuk menafsirkan sinyal cahaya. Secara umum pada sistem dengan menggunakan kabel *fiber optic* menggunakan parameter seperti intensitas, panjang gelombang, dan polarisasi atau fase sinyal cahaya. Sensor ini beroperasi berdasarkan prosedur pengukuran bertahap yang mencakup dalam hal peletakan kepala sensor dengan cara dicelupkan dan ditenggelamkan dari larutan yang di uji coba. Data yang didapat berpengaruh pada tegangan permukaan, viskositas, kekeruhan, dan koefisien pembiasan larutan, pada sensor ini telah dilakukan modifikasi agar lebih sensitive dalam pengukuran larutan yang ditentukan seperti dalam hal FBG (*Fiber Bragg Grating*) yang merupakan serat optik yang difraksi kedalam intinya.

2.2 Dasar Teori

Dasar teori berisi tentang teori-teori yang berhubungan dalam perancangan penelitian dengan topik rancang bangun pendeteksi kekeruhan air berbasis mikrokontroler pada penampungan air.

2.2.1 Karakteristik Air

Terdapat beberapa karakteristik air yang digunakan dalam uji coba pembuatan alat penyaringan air ini. Penulis menggunakan dua karakteristik air yang akan digunakan dalam pengujian berupa air keruh dan air asam yang sudah dibuat sedemikian rupa sehingga terbentuk karakteristik air yang diperlukan dalam pengujian.

2.2.1.1 Kekeruhan

Menurut KBBI kekeruhan merupakan keadaan atau keadaan sifat air yang berubah menjadi keruh dalam penelitian ini kondisi air keruh ini digunakan untuk melakukan uji coba pada alat yang sudah penulis buat, dimana kondisi air normal dibuat sedemikian rupa sehingga menjadi keruh dengan menggunakan campuran antara air PDAM dengan kondisi jerih yang dicampurkan dengan tanah sehingga kondisi air yang semula jernih berubah menjadi keruh sesuai dengan yang penulis inginkan dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji coba pada alat yang sudah dibuat.

2.2.1.2 Keasaman

Asam berasal dari bahasa latin “acidus” yang berarti masam dimana zat ini merupakan senyawa yang menyebabkan rasa masam pada beberapa material. Ada zat-zat basa yang dapat menetralkan asam, dalam kehidupan keseharian kita dapat menemukan cairan asam yang ada seperti cairan cuka, Jeruk, dan aki yang bersifat asam. Ada beberapa teori asam-basa yang dikemukakan oleh ilmuwan diantaranya adalah teori Arrhenius yang mengatakan “*Asam adalah suatu sifat yang mana berupa senyawa yang dapat melepas ion hydrogen (H^+) jika dilarutkan dalam air*”, teori lainnya yaitu Teori Bronsted-Lowry yang mengatakan “*Asam berupa senyawa yang dapat memberi proton (H^+) kepada senyawa lain*”

Ada beberapa sifat-sifat asam diantaranya adalah rasanya yang asam atau masam, bersifat korosif atau merusak, bila dilarutkan dalam air maka akan menghasilkan ion H^+ atau ion hydrogen, dan ion sisa asam dapat bermuatan negatif. Pada penelitian ini digunakan cairan cuka yang sudah dicampurkan dengan air dan sudah dibuat sedemikian rupa sehingga menghasilkan kadar asam yang diinginkan oleh penulis sehingga tercapai nilai keasaman yang diinginkan dan dapat dilakukan uji coba pada alat yang telah dibuat.

2.2.2 Sensor Ph air

Ph merupakan suatu tingkat keasaman suatu benda dengan tingkat keasaman skala ph antara 0 sampai 14, ph air yang bias dikatakan normal berkisar antara 6,5 sampai dengan 8,5. Prinsip kerja pada sensor Ph air terletak pada sensor probe yang merupakan electrode kaca yang berfungsi mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam sebuah larutan, ujung pada alat ini merupakan sebuah kaca setebal 0,1mm yang berbentuk bulat (bulb). Bulb ini dipasangkan dengan sebuah silinder kaca nonkonduktor atau plastik memanjang yang selanjutnya diisi dengan larutan HCL, di dalam larutan HCL tersebut terendam sebuah kawat electrode panjang

berbahan perak yang permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl . Inti dari sensor ph tersebut terletak pada permukaan bulb kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif dengan larutan terukur, kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali.



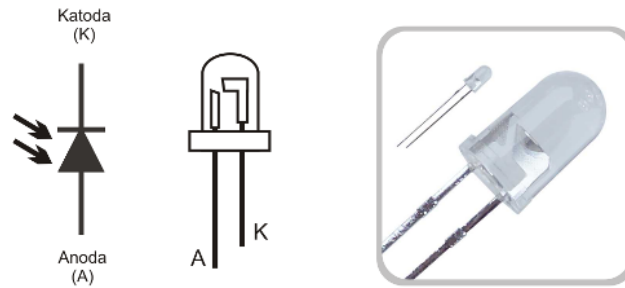
Gambar 2.1 Sensor Ph

(Sumber: <https://www.tokopedia.com>)

2.2.3 Sensor Photodiode

Sensor Photodiode merupakan suatu jenis diode yang resistansinya berubah-ubah jika cahaya yang diterima oleh diode berubah intensitasnya, dalam kondisi gelap nilai tahanan sangat besar hingga membuat tak ada arus yang mengalir. Photodiode terbuat dari bahan semikonduktor berupa silikon atau gallium arsenide dan bahan lainnya, bahan-bahan ini menyerap cahaya melalui karakteristik jangkauan panjang gelombang, contoh :250nm ke 1100nm untuk silikon dan 800nm ke $2,0\mu\text{m}$ untuk GaAs. Photodiode dibuat semikonduktor berbahan silikon untuk menyerap cahaya dengan panjang gelombang mencakup $2500\text{\AA} - 11000\text{\AA}$, ketika satuan energi dalam sumber cahaya diserap hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal.

Saat photodiode terkena cahaya, maka photodiode akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya menjadi kecil, dan sebaliknya jika photodiode tidak terkena cahaya maka nilai resistansinya akan diasumsikan tak terhingga. Besar kecilnya tegangan atau arus listrik yang dihasilkan oleh photodiode tergantung besar kecilnya radiasi yang dipancarkan oleh infrared, jika photodiode bersambungan p-n maka akan bertegangan balik di sinari. Tanggapan frekuensi photodiode tidak terlalu luas, dari rentang gelombang yang dihasilkan hanya sekitar $0,9\mu$



Gambar 2.2 Sensor Photodiode

(Sumber: <https://2.bp.blogspot.com>)

2.2.4 Kontrol Logika Fuzzy

Kontroler logika *Fuzzy* adalah sistem berbasis aturan (*rule based* sistem) yang didalamnya terdapat himpunan aturan *Fuzzy* yang mempresentasikan mekanisme pengambilan keputusan. Aturan yang dibuat digunakan untuk memetakan variabel input ke variabel *output* dengan pernyataan *if then*.

Kontroler ini akan menggunakan data tertentu (*crisp*) dari sejumlah sensor kemudian mengubahnya menjadi bentuk *linguistic* atau fungsi keanggotaan melalui proses fuzzifikasi. Dengan aturan *Fuzzy*, *inference engine* yang akan menentukan hasil keluaran *Fuzzy*. Hasil akan diubah kembali menjadi bentuk numerik melalui proses defuzzifikasi.

2.2.4.1 Kontrol Logika Fuzzy

Proses fuzzifikasi merupakan proses untuk mengubah variabel non *Fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *Fuzzy* (variabel linguistik). Nilai masukan-masukan yang masih dalam bentuk variabel numerik yang telah dikuantisasi sebelum diolah oleh pengendali logika *Fuzzy* harus diubah terlebih dahulu ke dalam variabel *Fuzzy*. Melalui fungsi keanggotaan yang telah disusun, maka dari nilai-nilai masukan tersebut menjadi informasi *Fuzzy* yang berguna nantinya untuk proses pengolahan secara *Fuzzy* pula. Proses ini disebut fuzzifikasi (Yan, Ryan dan Power, 1993). Proses fuzzifikasi mengacu pada persamaan 2.1 di bawah ini:

$$x = \text{fuzzifier}(x_0) \quad (2.1)$$

Dengan:

x_0 = nilai *crisp* variabel masukan

x = himpunan *Fuzzy* variabel yang terdefinisi

fuzzifier = operator fuzzifikasi yang memetakan himpunan *crisp* ke himpunan *Fuzzy*

Pedoman memilih fungsi keanggotaan untuk proses fuzzifikasi, menurut Yan, J., Ryan, M., dan Power, J. menggunakan :

1. Himpunan *Fuzzy* dengan distribusi simetris.
2. Himpunan *Fuzzy* yang digunakan berjumlah ganjil, berkaitan erat dengan jumlah kaidah (*rules*).
3. Himpunan *Fuzzy* diatur agar saling menumpuk.
4. Fungsi keanggotaan yang digunakan bentuk segitiga atau trapesium.

2.2.4.2 Kaidah Aturan Fuzzy (Fuzzy Rule)

Fuzzy rule adalah bagian yang menggambarkan dinamika suatu sistem terhadap masukan yang dikarakteristikan oleh sekumpulan variabel-variabel linguistik dan berbasis pengetahuan seorang operator ahli. Pernyataan tersebut umumnya dinyatakan oleh suatu pernyataan bersyarat.

Dalam pengendali berbasis *Fuzzy*, aturan pengendalian *Fuzzy* berbentuk aturan “IF – THEN”. Untuk sebuah sistem *Multi Input Single Output* (MISO) basis aturan pengendalian *Fuzzy* berbentuk seperti berikut

Rule 1 *if X is A₁ and Y is B₁ then Z is C₁*

Rule 2 *if X is A₂ and Y is B₂ then Z is C₂* . . .

Rule n *if X is A_n and Y is B_n then Z is C_n*

Dengan X, Y, Z merupakan variabel linguistik, dimana X dan Y merupakan variabel masukan, dan Z merupakan variabel keluaran sistem. *A_n*, *B_n*, dan *C_n* merupakan nilai linguistik dari X, Y, dan Z (Lee, 1990).

2.2.4.3 Metode Inferensi MAX-MIN

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode *Max-Min*. metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 (Kusuma Dewi, 2003). Metode inferensi merupakan proses untuk mendapatkan keluaran dari suatu kondisi masukan dengan mengikuti aturan-aturan yang telah ditetapkan. Keputusan yang didapatkan pada proses ini masih dalam bentuk *Fuzzy* yaitu derajat keanggotaan keluaran.

Pada metode Max–Min aturan operasi minimum Mamdani digunakan untuk implikasi *Fuzzy*. Persamaan aturan minimum mengacu pada persamaan 2.2 dibawah ini

$$\mu_{C'} = \bigcup_1^n \alpha_i \wedge \mu_{C_i} \quad (2.2)$$

Dengan

$$\alpha_i = \mu_{A_i}(x_0) \wedge \mu_{B_i}(y_0) \quad (2.3)$$

Sebagai contoh, terdapat dua basis kaidah aturan *Fuzzy*, yaitu:

Rule 1 :

jika x adalah A₁ dan y adalah B₁ maka z adalah C₁

Rule 2 :

jika x adalah A₂ dan y adalah B₂ maka z adalah C₂

Pada metode penalaran *MAX-MIN* fungsi keanggotaan konsekuen dinyatakan pada persamaan 2.4

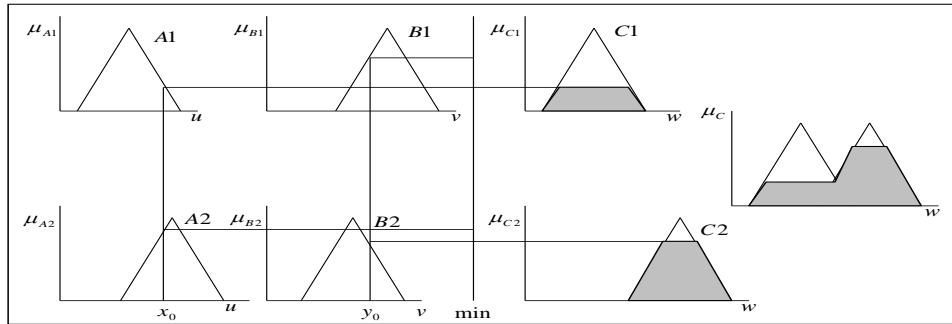
$$\mu_{C'}(w) = \mu_{C'_1} \vee \mu_{C'_2} = [\alpha_1 \wedge \mu_{C_1}(w)] \vee [\alpha_2 \wedge \mu_{C_2}(w)] \quad (2.4)$$

Dimana

$$\alpha_1 = \mu_{A_1}(x_0) \wedge \mu_{B_1}(y_0) \quad (2.5)$$

$$\alpha_2 = \mu_{A_2}(x_0) \wedge \mu_{B_2}(y_0)$$

Metode ini dideskripsikan dalam Gambar di bawah



Gambar 2.3 Inferensi Fuzzy dengan metode MAX-MIN

(Yan, Ryan dan Power, 1993)

2.2.4.4 Metode Defuzzifikasi *Center of Area*

Defuzzifikasi adalah proses untuk mendapatkan nilai numerik dari data Fuzzy yang dihasilkan dari proses inferensi (Yan, 1994). Proses defuzzifikasi dinyatakan pada persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$y_0 = defuzzifier(y) \quad (2.6)$$

Dengan

y = aksi kontrol Fuzzy

y_0 = aksi kontrol crisp

$defuzzifier$ = operator defuzzifikasi

Metode *Center of Area* didefinisikan pada persamaan 2.7 sebagai berikut :

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n w_i u_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.7)$$

Dengan

U = Keluaran

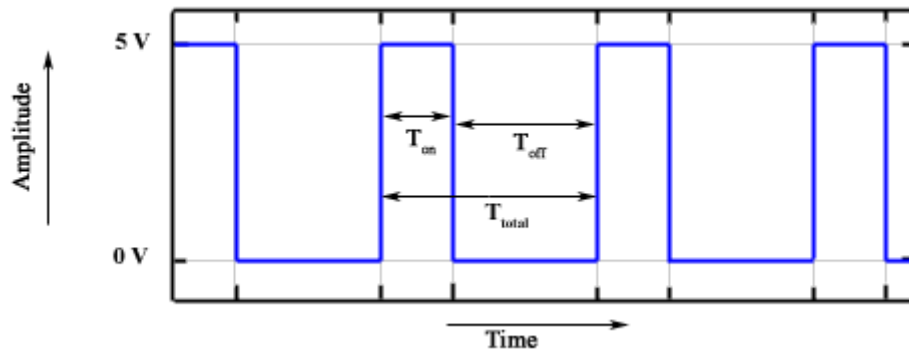
w_i = Bobot nilai benar w_i

u_i = Nilai linguistik pada fungsi keanggotaan keluaran

n = Banyak derajat keanggotaan

2.2.5 Teori PWM

Pulse Width Modulation (PWM) atau pengaturan lebar pulsa modulasi merupakan salah satu teknik yang di gunakan dalam sistem kendali. PWM di peroleh dengan menggunakan bantuan sebuah gelombang kotak yang dimana siklus kerja gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah outputan atau tegangan keluar yang bervariasi dimana tegangan ini merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut. PWM ini digunakan dibeberapa bidang diantaranya adalah mengatur kendali kecepatan (*speed control*), kendali sistem tenaga (*power control*), dan pengukuran atau instrumentasi dan telekomunikasi (*measurement and communication*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Penjelasan Teori PWM

(sumber: <http://www.arisulistiono.com>)

Pada gambar 2.1 dapat dilihat bahwa T_{on} merupakan waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi dan T_{off} waktu tegangan berada pada posisi rendah, maka bias di dapatkan T_{total} yang merupakan waktu satu siklus atau penjumlahan T_{on} dengan T_{off} yang biasa dikenal dengan istilah periode satu gelombang.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

Siklus kerja sebuah gelombang didefinisikan sebagai:

$$D = \frac{T_{on}}{(T_{on} + T_{off})} = \frac{T_{on}}{T_{total}}$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan siklus kerja dan di rumuskan sebagai berikut:

$$V_{out} = D \times V_{in}$$

Sehingga menghasilkan rumus:

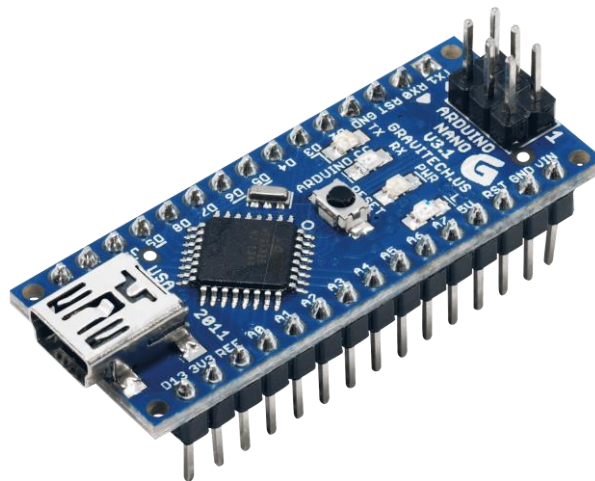
$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}$$

Dari rumus-rumus diatas dapat disimpulkan bahwa tegangan pada output dapat diubah-ubah secara langsung sesuai dengan masukan nilai T_{on} . Penjelasan tersebut merupakan teori dasar dari sistem PWM yang dapat diaplikasikan pada sebuah *microcontroller*.

2.2.6 Arduino Nano

Arduino nano merupakan salah satu varian dari produk mikrokontroler keluaran dari arduino, arduino nano adalah arduino terkecil yang menggunakan Atmega 328 untuk arduino nano 3.X dan atmega 168 untuk arduino nano 2.X. Arduino nano ini tidak dilengkapi dengan soket catudaya tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau menggunakan mini USB port. Arduino nano dapat menggunakan catu daya luar yang dapat diberikan pada pin30 untuk positif(+) dan pin29 untuk negative(-) dengan tenaga kerja daya sebesar 7-12V, atau dengan pin28 untuk positif(+) dan pin29 untuk negative(-) untuk menghasilkan tegangan sebesar 5V.

Arduino nano di lengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte untuk Atmega 168 dan 32 kbyte di kurangi 2 kbyte untuk bootloader pada atmega 328 yang berguna untuk menyimpan kode program utama. Arduino nano mempunyai 14 pin digital yang dapat di gunakan sebagai pin input atau output, pin ini mengeluarkan tegangan 5V (mode HIGH) dengan logika 1 dan 0V (mode LOW) dengan logika 0. Jika di gunakan sebagai pin input maka ke 14 pin akan menerima tegangan sebesar 5V (mode HIGH), besaran arus listrik yang di ijinan untuk melewati pin digital I/O adalah 40 mA dan juga sudah di lengkapi dengan resistor pill-up sebesar 20-50 ohm. Arduino nano sudah di lengkapi dengan fasilitas untuk komunikasi dengan PC maupun laptop yang terdapat pada pin 0 dan 1, serta di lengkapi dengan ICFTDI 232 RI yang dapat langsung di hubungkan ke laptop atau PC.

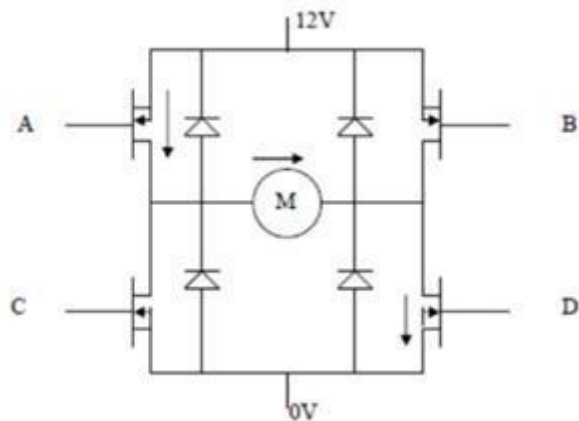


Gambar 2.5 Arduino Nano

(Sumber: <https://ecs7.tokopedia.net/>)

2.2.7 Driver Mosfet

Driver mosfet merupakan perangkat keras modifikasi dari rangkaian H Bridge dengan menggunakan mosfet sebagai pengganti saklar, fungsi dari driver ini adalah sebagai driver motor dc dengan arus yang cukup besar yakni berupa 1 ampere dan tenaga kerja yang cukup besar. Rangkaian ini terdiri dari dua buah mosfet kanal P dan dua buah mosfet kanal n, bagian atas rangkaian akan di hubungkan dengan sumber kutub positif sedangkan bagian bawah rangkaian akan di hubungkan dengan sumber kutub negatif Driver ini di gunakan untuk menggerakan servo.



Gambar 2.6 Logika Mosfet

(Sumber: <https://fahmizaleeits.wordpress.com>)

Pada saat Mosfet A dan Mosfet D on sedangkan Mosfet B dan Mosfet C off, maka sisi kiri dari gambar motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya, sedangkan sisi sebelah kanan motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya sehingga motor akan bergerak searah jarum jam dijelaskan pada Gambar 2.2.5. Hal ini juga berlaku sebaliknya pada Mosfet B dan Mosfet C.

2.2.8 Pompa Air 12 Volt

Pompa air 12 volt ini merupakan pompa dc dengan ukuran yang sangat kecil dan biasa di gunakan untuk aquarium, air mancur, dan juga kolam kecil yang biasa terdapat pada rumah. Dengan teggangan yang sangat kecil pompa ini bebas dari resiko untuk tesengat listrik , untuk penggunaan pompa ini harus dengan keadaan pompa terendam dengan air atau alat ini akan mudah rusak. Catu daya pompa ini dapat menggunakan adaptor 12V dengan arus 2 amper atau aki sebesar 2amper, pompa ini sudah menggunakan teknologi blade less yang membuat tarikan atau dorongan yang di hasilkan menjadi lebih bagus. Daya hisap atau daya sedot yang dapat di hasilkan dari pompa 12V ini dapat mengirimkan air sebesar 1,6 liter permenitnya dengan tekanan yang dapat di hasilkan pompa ini sebesar 5 bar. Material pembungkus dari pompa ini berupa plastik dan karet yang dapat menahan air pada pompa tersbut.



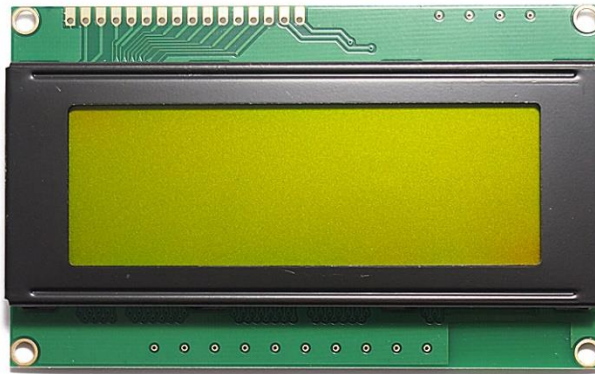
Gambar 2.7 Pompa Air 12V

(Sumber: <http://sembranitech.com>)

2.2.9 LCD 20X4

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai penampil suatu data, baik karakter, huruf maupun grafik, LCD merupakan display elektronik yang di buat dengan menggunakan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan dengan memantulkan cahaya yang ada terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit.

LCD merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Pada saat elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), maka molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Cahaya yang dipantulkan tidak akan dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan dengan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan akan membentuk karakter sesuai dengan data yang ingin di tampilkan



Gambar 2.8 LCD 20X4

(sumber: <http://www.continentalee.com>)

2.2.10 Filter Air

Filter air ini di gunakan sebagai alat untuk menyaring air yang ada dalam tempat penampungan air agar air yang kotor atau keruh dan mempunyai kadar asam yang tinggi dapat kembali bersih dan mempunyai kadar asam yang layak untuk di gunakan. Filter ini di buat dengan menggunakan botol plastik bekas air mineral yang di isi beberapa material agar dapat menyaring air yang keruh dan mengandung kadar asam yang tinggi. Komponen yag terkandung dalam filter air ini diantaranya adalah:

a. Pasir

Pasir merupakan bahan material butiran yang umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter, material pembentuk pasir umumnya adalah silikon dioksida akan tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropics umumnya terbentuk dari batuan kapur yang ada. Pasir ini juga dapat di hasilkan melalui endapan-endapan yang timbul akibat erosi aliran air, gelombang laut, glistar, dan angin, partikel-partikel lepas yang terdiri atas mineral atau partikel batu berbutir kecil yang bila bergabung akan membentuk pasir itu sendiri.

b. Kerikil

Kerikil ialah bebatuan kecil yang biasanya berbahan dasar batu granit yang di pecahkan menjadi berukuran lebih kecil dengan ukuran berkisar 2mm sampai 75mm. Kerikil ini sering di gunakan untuk campuran pembagunan jalan, pembangunan rumah, dan juga untuk memproduksi bata.

c. Serat Ijuk

Ijuk merupakan bagian dari lapisan pohon aren yang meliputi bagian bawah sampai bagian batang pohon aren, pertumbuhan ijuk dapat tumbuh dengan lebat saat musim penghujan. Ijuk yang sudah dipanen harus dijemur di terik matahari selama 3 – 4 hari, setelah kering ijuk harus di simpan di tempat kering dengan cara

menggulung secara rapi dan diikat dengan menggunakan tali dari bambu, agar dapat disimpan dalam waktu yang lama. Dalam penggolongan untuk konsumen yang membutuhkan ijuk, maka ijuk dibagi dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu ijuk kualitas nomer satu, kualitas nomor dua, kualitas nomor tiga dan kualitas nomor empat. Di setiap jenis kualitas ijuk memiliki kegunaan dan manfaat yang berbeda yang disesuaikan dengan tingkat kebutuhan masing-masing konsumen.

d. Kapas

Kapas berasal dari bahasa sansekerta karpasa yang merupakan serat halus yang menyelubungi biji dari tanaman kapas (*Gossypium*), tumbuhan ini berasal dari daerah yang beriklim tropic dan subtropik. Kapas biasa di pergunakan dalam industri tekstil atau pakaian dimana kapas ini mempunyai ketahanan yang cukup bagus terhadap kebasahan dan kekeringan. Kapas yang di gunakan dalam industri tekstil di ubah dalam bentuk benang untuk serabut kapas, sedangkan kapas yang kasar di buat bermacam-macam kasur, kertas, bahkan bantalan yang ada pada kapal.

e. Tawas

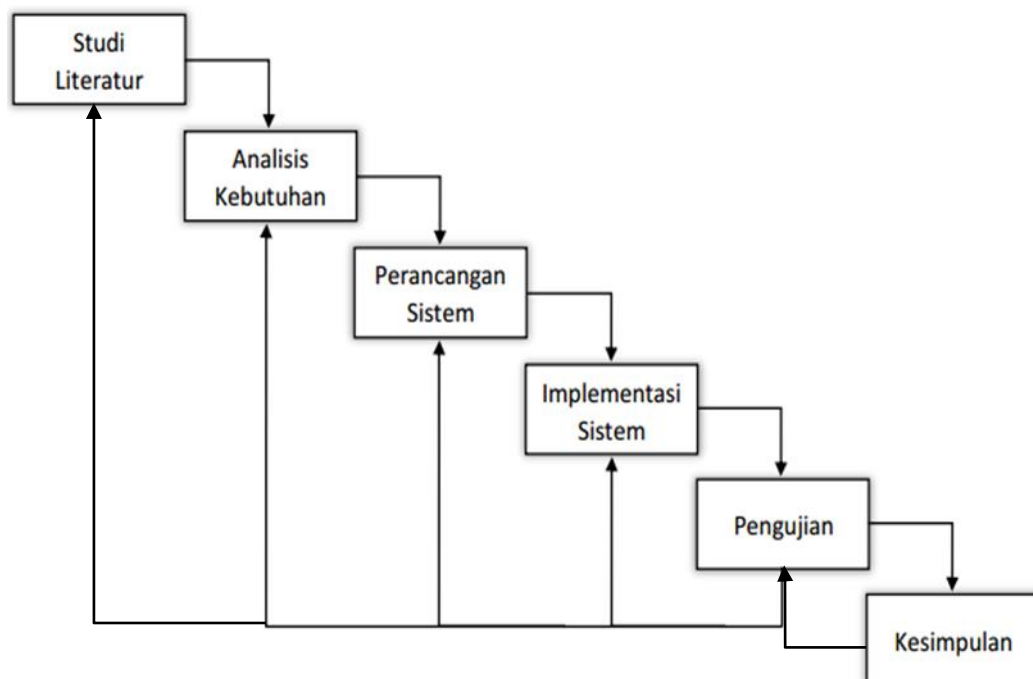
Tawas merupakan kelompok garam yang berbentuk Kristal dengan warna putih agak keruh tergantung dari jenis tawas itu sendiri, tawas di kenal dengan nama lain alumunium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$) secara fisik berbentuk batu Kristal yang tidak mempunyai bau dan dapat larut dalam air. Tawas dapat berfungsi juga sebagai penjernih air yang berbau, bahan kosmetik, bahan anti api, dan juga sebagai bahan pengawet. Penggunaan pada tawas yang berlebih tidak di anjurkan karena dapat berdampak buruk pada kesehatan tubuh , penggunaan tawas yang berlebih dapat menyebabkan keracunan terlebih lagi di gunakan dalam jangka panjang yang sangat tidak di anjurkan pada kesehatan tubuh.

BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini menjelaskan metode yang akan di gunakan untuk penelitian. Selain hal tersebut dalam bab ini akan menjabarkan tujuan dan cara dari setiap langkah yang akan dilakukan dalam penelitian.

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam metodologi penelitian akan menjabarkan tujuan dan tata cara dalam penelitian. Beberapa hal akan di bahas didalamnya, antara lain meliputi studi literature, analisi kebutuhan , perancangan system dan analisis system, implementasi system, pengujian system, analisa hasil uji dan penulisan kesimpulan. Langkah – langkah penelitian ini akan berjalan seperti *flowcart* pada Gambar 3.1 .



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Penelitian

3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dan memahami penjelasan dasar teori yang akan digunakan untuk membantu dalam perancangan agar tidak terjadi kendala. Dalam tahap ini mempelajari teori yang digunakan untuk pengerjaan skripsi. Teori – teori pendukung tersebut diperoleh dari buku, jurnal, e-book, dokumentasi, dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan skripsi. Referensi utama yang di gunakan dalam penulisan ini adalah, sensor kekeruhan air berbasis mikrokontroler.

3.1.2 Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan bertujuan mendapatkan semua kebutuhan yang diperlukan dalam merancang sistem yang akan di bangun dan di uji. Analisa

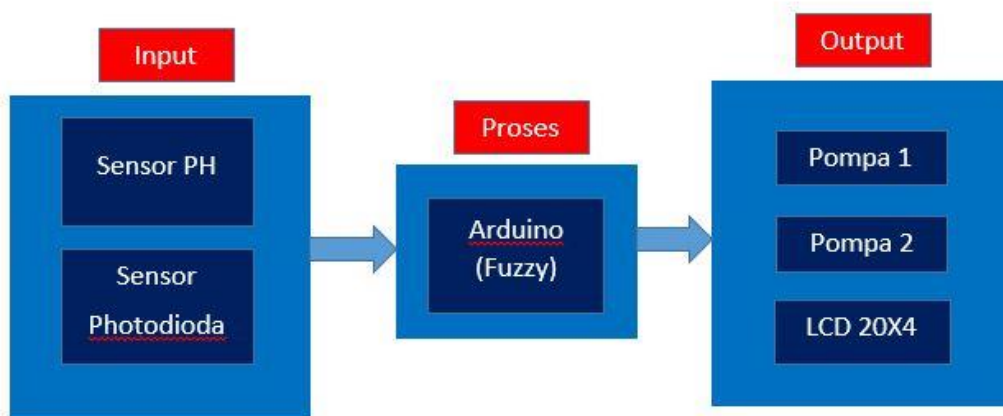
kebutuhan dilakukan dengan kebutuhan dari system dan peralatan yang gunakan. Dalam kebutuhan dari system, terjadi proses komunikasi antara perangkat yang digunakan seperti perangkat keras dan lunak. dengan adanya komunikasi tersebut dapat mempermudah untuk pembuatan system.

Table 3.1 Analisis Kebutuhan

No	Perangkat Keras	Perangkat Lunak
1	Arduino nano	Windows 10 64-bit sebagai system oprasi
2	Sensor Ph	Arduino IDE sebagai <i>Intergrade Development environtment</i>
3	Sensor Photodioda	Fritzing sebagai pendesain rangkaian
4	Pompa Air 12V	
5	Penampungan air	
6	Pipa(Selang)	

3.1.3 Perancangan Sistem

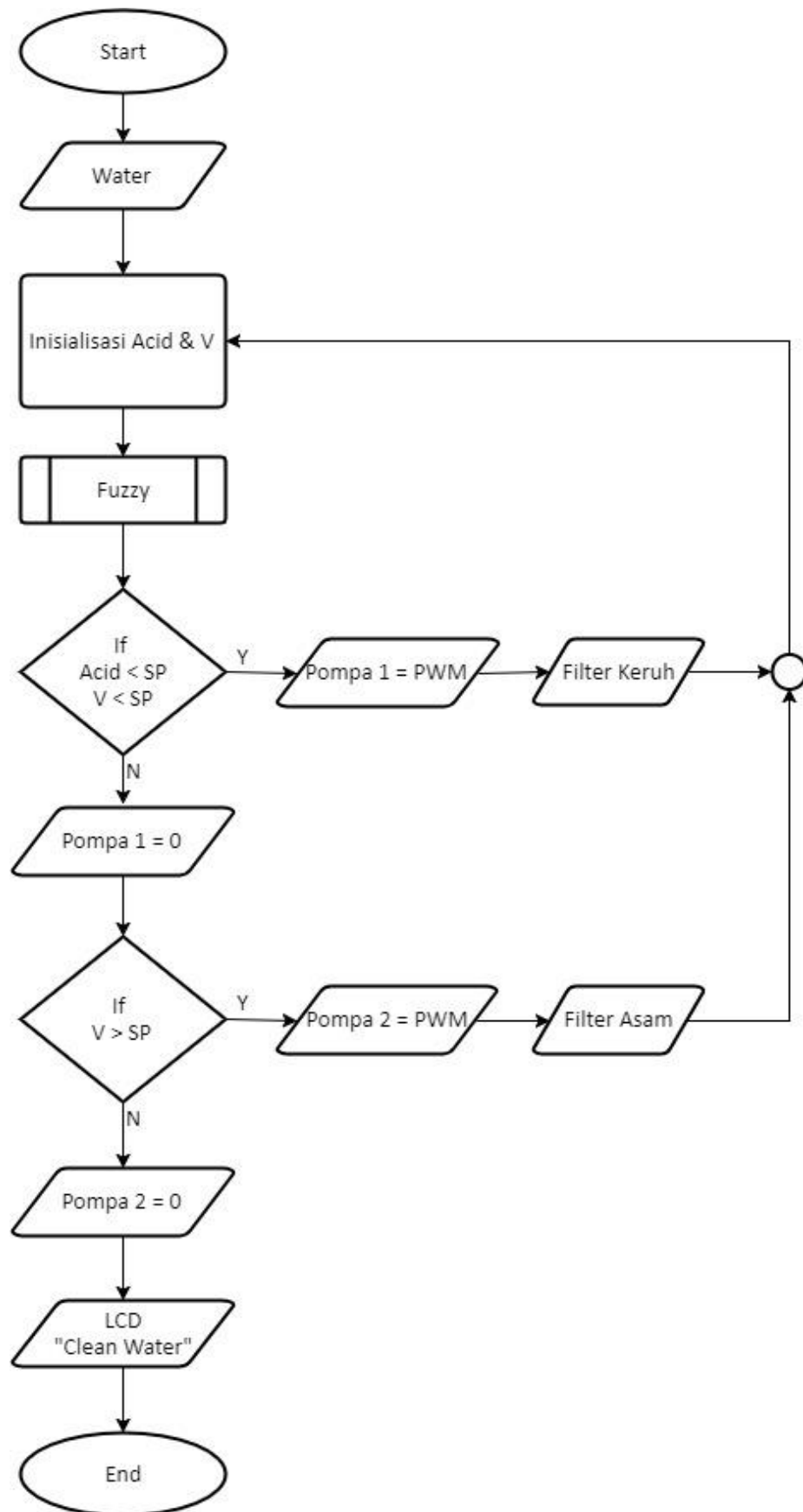
Setelah melakukan analisis kebutuhan system, langkah selanjutnya melakukan perancangan system agar dapat mempermudah dalam pemahaman perancangan system dengan menggunakan diagram blok. Diagram blok sistem pada Gambar 3.2 menjelaskan desain system secara keseluruhan.



Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Dari diagram blok di atas, merupakan sebuah alur perangkat keras yang akan digunakan dalam penelitian berupa sensor Ph air dan sensor photodiode untuk mendeteksi kekeruhan dan kadar asam pada air dan juga tingkat kekeruhan pada air yang kemudian diproses oleh Arduino Nano. Sensor ph dan photodiode yang di letakan di dalam tempat penampungan air, kemudian jika terdektesi adanya kekeruhan atau perubahan kadar asam pada air maka sensor akan mengirimkan nilai ke pada Arduino Nano dan kemudian akan di olah. Setelah di olah maka

Arduino Nano akan membuat pompa berfungsi dan pompa akan mengalirkan air ke tempat penyaringan air yang ada. Dengan adanya system kerja, penggunaan diagram blok di atas akan dapat bekerja secara maksimal. Dalam hal ini akan di jelaskan system kerja secara umum dengan tingkat penjelasan sederhana. Untuk mempermudah pemahaman system kerja maka di jelaskan pada Gambar 3.3 .



Gambar 3.3 Flowchart Sistem Kerja

Pada flowchart di atas menjelaskan sistem kerja, air yang ada akan di deteksi oleh sensor Ph Air dan photodiode. Kemudian hasil dari sensor Ph Air dan sensor photodiode akan diverifikasi untuk menentukan ada tidaknya kekeruhan dan perubahan kadar asam pada air. Jika ada kekeruhan dan perubahan kadar asam maka akan mengirimkan nilai yang ada ke arduino nano yang akan menghidukan pompa secara otomatis untuk melakukan penyaringan yang akan di lakukan oleh filter air yang sudah di siapkan.

3.1.4 Implementasi

Implementasi system dilakukan sesuai dengan perancangan system yang telah di buat sebelumnya. Pada bagian ini terdapat bermacam – macam proses implementasi, antara lain yaitu implementasi kekeruhan air, tingkat kadar asam pada air, pendeteksian sensor, pengaliran air melalui pompa, dan juga implementasi penyaringan air menggunakan filter air yang ada. Implementasi kekeruhan air dan kadar asam untuk mengetahui keruh tidaknya dan bagus tidaknya kadar asam suatu air dalam tempat penampungan air tersebut. Implementasi pendeteksian sensor untuk menjalankan sensor itu apa bila dalam suatu tempat penampungan air terdapat kekeruhan air dan tingkat kadar asam yang tidak sesuai dan kemudian akan mengirimkan data. Kemudian implementasi penyaringan air, apabila pada suatu penampungan air terdeteksi adanya kekeruhan dan juga tingkat kadar asam yang tinggi maka air yang ada akan di alirkan menggunakan pompa ke dalam filter air yang sudah di sediakan dan di harapkan dapat mengubah tingkat keasaman air serta tingkat kekeruhannya.

3.1.5 Pengujian

Pengujian system pada penelitian ini di lakukan agar dapat menunjukan bahwa pengembangan dari system ini telah mampu bekerja sesuai dengan spesifikasi dari keutuhan yang melandasinya. Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. pengujian pada sensor PhAir untuk mendeteksi kadar asam pada air.
2. Pengujian pada sensor Photodiode apakah dapat mengukur tingkat kejernihan air.
3. Pengujian pengiriman data ke Arduino Nano.
4. Pengujian pompa pada pipa atau selang air apakah dapat menyalurkan air ke tempat penyaringan air setelah menerima data dari mikrokontroler.
5. Pengujian penyaringan air apakah dapat melakukan penyaringan air sesuai dengan yang di inginkan.

3.1.6 Analisis

Pengujian dalam mendeteksi ada tidaknya kekeruhan dan perubahan kadar asam pada air dalam tempat penampungan yang akan mencemari suatu penampungan air atau semacamnya, dan dapat menyaring dengan menggunakan penyaringan yang ada apabila terdeteksinya suatu kekeruhan dan perubahan kadar asam pada air di dalam tempat penampungan air.

3.1.7 Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dapat dilakukan setelah tahapan perancangan implementasi dan pengujian telah usai. Kesimpulan yang diambil untuk menjawab rumusan masalah yang sudah dijabarkan sebelumnya, tahapan terakhir dari penulis adalah sebuah saran untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi pada implementasi keamanan sepeda listrik dan menyempurnakan penulisan serta mempertimbangkan atas hasil yang dilakukan.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Deskripsi Umum

Dalam bab ini menjelaskan persyaratan minimal yang harus dipenuhi untuk perancangan hingga implementasi sehingga perancangan dan implementasi dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan pengguna. Pada bagian ini juga menjelaskan tentang:

4.1.1 Perspektif Sistem

Sistem ini berjalan dengan baik apabila sensor yang ada dapat berjalan sesuai dengan fungsi dari sensor itu sendiri yaitu berupa sensor kekeruhan dengan menggunakan photodiode dan sensor Ph. Selain itu pompa yang berfungsi untuk menyalurkan air bekerja dengan baik dan dapat mengalirkan air menuju tempat penyaringan air dan menetralkan kadar asam, dan dapat mengubah air yang ada sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pengguna.

4.1.2 Karakteristik Pengguna

Karakteristik pengguna pada sistem ini hanya bersifat pasif, pengguna hanya dapat melihat data nilai pada sensor untuk di monitoring. Untuk penjernihan air pengguna dapat mengganti penyaringan yang ada dengan mengganti komponen yang di gunakan untuk menjernihkan air.

4.1.3 Batasan Sistem

Beberapa batasan yang ada pada sistem ini antara lain :

1. Sensor yang di gunakan berupa sensor Ph dan kekeruhan.
2. Sensor kekeruhan yang ada merupakan buatan sendiri.
3. Sensor kekeruhan tidak terlalu akurat di bandingkan sensor kekeruhan yang lain.
4. Air yang di gunakan untuk pengujian menggunakan air tanah/PDAM.
5. Proses penjernihan air hanya menggunakan penjernih air sederhana dan untuk menetralkan air menggunakan tawas.
6. Sistem ini hanya menggunakan pompa 12 v.

4.1.4 Asumsi dan Ketergantungan

Beberapa asumsi dan ketergantungan yang ada pada sistem ini antara lain:

1. Sensor akan membaca data suhu setiap 1 detik.
2. Pada pembuatan bord sistem ini tidak di perbolehkan ada jalaour yang bersimpangan.
3. Ketika air yang ada sudh jernih maka sistem akan berhenti bekerja.

4. Sistem ini membutuhkan minimal tegangan 12 V untuk menggerakkan alat dan pompa yang ada.

4.2 Kebutuhan Antarmuka

4.2.1 Kebutuhan Antarmuka Pengguna

User akan dapat berinteraksi dengan sistem dengan cara melihat hasil dari proses penjernihan air dan proses menetralkan asam dari proses yang sudah dilakukan.

4.2.2 Antarmuka Perangkat Keras

Pada antar muka perangkat keras akan di analisa hal yang akan menjadi kebutuhan perangkat keras untuk mendukung sistem agar berjalan sesuai dengan yang di inginkan. Perangkat keras yang digunakan yaitu :

a. Arduino Nano

Arduino nano di sini berperan sebagai tempat pemrosesan data pada sistem yang ada dan sebagai tempat pemrosesan metode fuzzy yang di gunakan juga melakukan eksekusi sesuai dengan data yang ada.

b. Pompa 12 Volt

Pompa 12 Volt ini berfungsi untuk menyalurkan air yang ada pada tempat penampungan air yang tersedia yang nantinya akan mengalirkan air ke tempat penyaringan air.

c. Sensor Photodiode

Sensor photodiode ini berfungsi sebagai pengganti dari sensor kekeruhan yang di rancang untuk bisa mengetahui tingkat kekeruhan air dari tingkat intensitas cahaya yang di terima yang di pantulkan dari lampu LED yang ada.

d. Lampu LED

Lampu LED ini yang bertugas memancarkan cahaya yang ada yang akan di terima oleh sensor Photodiode yang bertujuan untuk menentukan tingkat kekeruhan pada air.

e. Sensor Ph

Sensor ph sebagai pengukur tingkat keasaman dari air yang terdapat pada tempat penampungan air.

f. Kabel Mini USB

Kabel Mini USB ini berfungsi sebagai uploader source code ke dalam arduino yang tersedia.

g. Adapter 12 Volt

Sebagai sumber daya yang di butuhkan oleh pompa 12 Volt agar bekerja sesuai dengan yang di inginkan.

h. Driver Mosfet

Driver ini di butuhkan untuk mengatur tingkat kecepatan pada pompa 12 Volt yang tersedia.

i. Laptop / PC

Laptop / PC sebagai pembuat code pada arduino dan mengeksekusi dan mencari nilai fuzzy yang di butuhkan.

j. Modul Sensor Ph

Modul ini di butuhkan sebagai penghubung antara arduino dengan sensor Ph yang di gunakan.

k. Papan Akrilik

Papan akrilik di gunakan sebagai pembuatan protipe tempat penampungan air dan tempat penyaringan air.

4.2.3 Antarmuka Perangkat Lunak

Kebutuhan antar muka perangkat lunak akan dianalisa sesuai dengan kebutuhan sistem yang ada dengan harapan sistem yang akan dibangun sesuai dengan yang diinginkan.

a. IDE Arduino

IDE Arduino berfungsi sebagai tempat pembuatan code yang dibutuhkan dan akan di masukan ke dalam board Arduino.

b. MATLAB

MATLAB digunakan untuk memcari nilai dan diagram pada metode fuzzy yang di gunakan pada sistem.

c. Fritzing

Fritizing ini digunakan dalam proses pembuatan desain rangkaian elektrik pada hardware yang akan di bangun

d. Fuzzy

Fuzzy ini digunakan pada implementasi alat yang akan di gunkan sesuai dengan mekanik menggunakan aplikasi MATLAB sehinga menghasilkan sembilan kondisi dari dua inputan sensor dan dua outputan pada tempat penampungan air. Metode Fuzzy ini bekerja dengan menggunakan dua input dan dua output berupa sensor kekeruhan dan sensor Ph sebagai output serta pompa 12V sebanyak dua buah sebagai output. Fungsi metode Fuzzy ini digunakan untuk mengatur kestabilan pompa air dimana bekerja setelah mendapatkan inputan berupa sensor yang menghasilkan kondisi air yang di atur dalam metode Fuzzy.

e. PWM

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan salah satu teknik yang di gunakan dalam stiap Mikrokontroler yang di mana bertujuan untuk mengatur kendali kecepatan yang digunakan dalam implementasi alat ini dimana mengendalikan pompa 12V seperti yang sudah dijelaskan dalam sub-bab 2.2.10 diatas.

4.3 Kebutuhan Fungsional

1. Arduino nano merupakan mikrokontroler yang dapat menerima inputan maupun memberi nilai optput ke pada sistem yang tersedia.

Pada fungsi ini arduino dapat membaca setiap sensor yang terdapat pada alat yang ada berupa sensor ph dan sensor keruh yang di gunakan sebagai input pada sistem tersebut

2. Sistem dapat menjalankan sensor Ph air, sensor kekeruhan dan pompa 12 V

Pada sistem ini sensor Ph air dan sensor kekeruhan akan mengetahui kadar kekeruhan air dan keasaman yang nantinya kedua sensor ini di letakan pada tempat penampungan air yang tersedia, pompa 12 V ini di fungsikan untuk mengalirkan air yang ada menuju tempat penyaringan untuk kekeruhan dan menetralkan kadar asam yang berlebih pada tempat penampungan air yang tersedia dan sistem ini akan berulang sampai kadar kekeruhan air dan keasaman yang ada di anggap memenuhi standart yang di butuhkan.

3. Sistem metode pada Fuzzy bekerja sesuai dengan yang di inginkan.

Pada tahap ini sistem akan membaca metode fuzzy yang ada dan akan menghubungkan 2 inputan berupa sensor ph dan sensor kekeruhan yang akan menghasilkan outputan dimana fuzzy yang akan mengatur tingkat kecepatan pada pompa 12 V yang ada sebagai outputan untuk mengalirkan air ke tempat penyaringan baik untuk kekeruhan mau pun keasaman pada air.

4.4 Kebutuhan Non-Fungsional

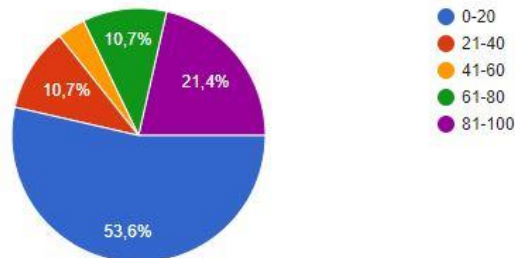
Pada kebutuhan non-fungsional menggunakan daya (adapter) 12v pada sistem. Sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan yang telah diinginkan. Penguan juga dapat berinteraksi dengan sistem melalui LCD 12x2 yang dapat memonitorng hasil dari kerja sistem.

Pada kebutuhan non-fungsional ini juga terdapat hasil dari kusioner yang ada dimana kuisisioner ini telah di isi oleh 28 koresponden dengan hasil seperti gambar di bawah ini

Nilai Jernih Adalah 0

Berapa menurut anda nilai kejernihan air dengan range dibawah ini?

28 tanggapan



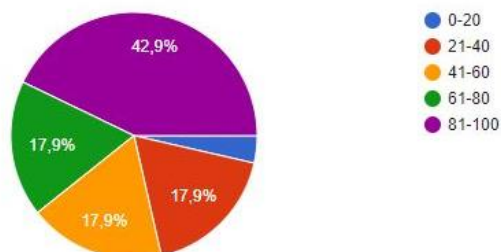
Gambar 4.1 Kuisisioner Nilai Kejernihan Air

Pada kuisisioner seperti gambar diatas dapat dilihat dari 28 koresponden yang turut andil, sebanyak 53,6% menyatakan bahwa range nilai 0-20 merupakan kondisi air yang jernih.

Nilai Keruh Adalah 100

Berapa menurut anda nilai kekeruhan air dengan range dibawah ini?

28 tanggapan



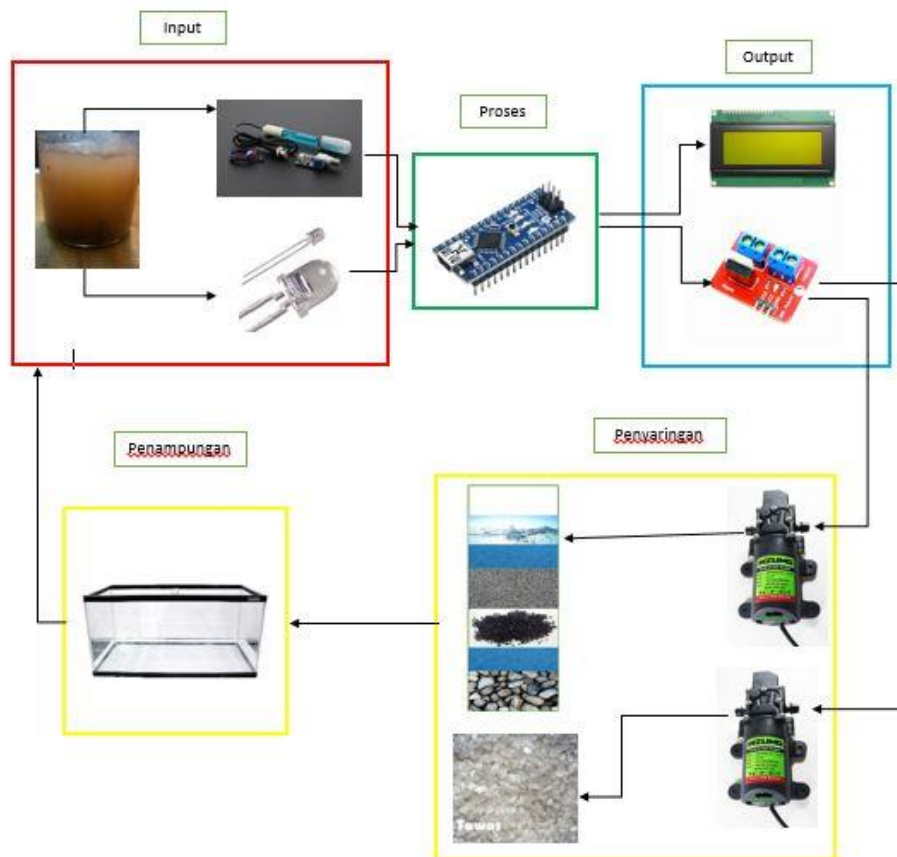
Gambar 4.2 Kuisisioner Nilai Kekeruhan Air

Pada kuisisioner seperti gambar diatas dapat dilihat dari 28 koresponden yang turut andil, sebanyak 42,9% menyatakan bahwa range nilai 81-100 merupakan kondisi air yang jernih.

BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum dari sistem ini terdiri dari beberapa komponen seperti tempat penampungan air sebagai prototype, arduino nano sebagai tempat memproses data dan metode fuzzy yang ada dan di hubungkan dengan dua sensor yang ada dan juga LCD 20X4 untuk menampilkan hasil dari proses yang ada. Skema perancangan perangkat keras dapat di lihat pada gambar 5.1 di bawah.



Gambar 5.1 Perancangan Perangkat Keras

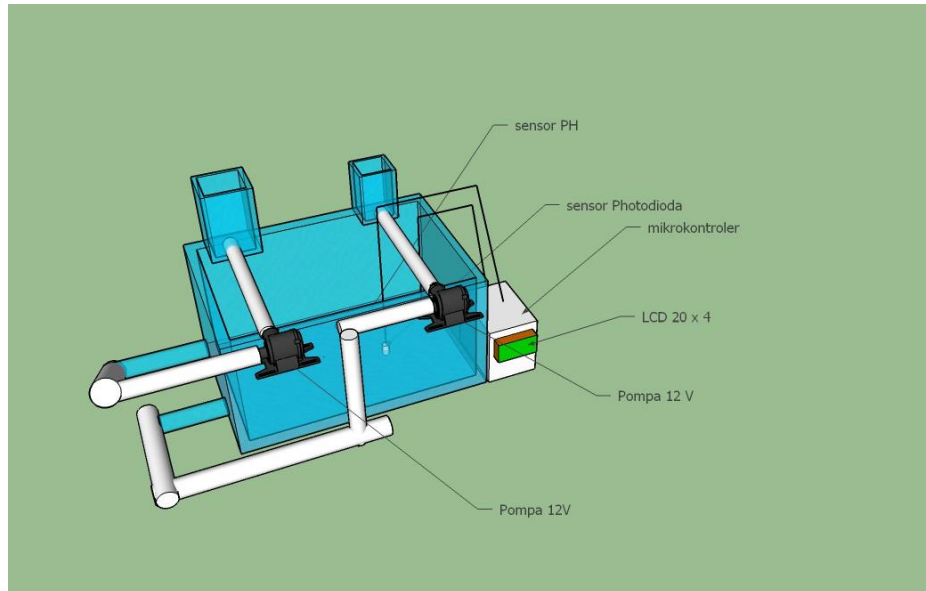
Pada gambar 5.1 tersebut perancangan perangkat keras pada sistem ini adalah dengan menempatkan dua sensor yaitu sensor ph dan sesnsor kekeruhan yang menggunakan led dan photodiode pada sensor kekeruhan ini, kedua sensor ini di letakan pada tempat penampungan air yang tersedia dengan cara di tengelamkan. Kemudian sensor yang ada membaca kondisi air apakah air tersebut mengalami perubahan kadar asam yang besar atau berbuah menjadi keruh dan tidak dapat di gunakan, kemudain data yang ada pada sensor ini di kirimkan kepada arduino nano untuk di lakukan pengolahan data. Kemudain jika data yang di terima pada arduino nano ini tidak sesuai dengan yang di inginkan maka pompa yang ada akan menyala sesuai dengan besarnya kadar ph atau kekeruhan yang ada, dan pompa akan menyalurkan air yang keruh ini menuju tempat penyaringan

yang sudah tersedia dan akan di lakukan proses secara terus menerus sampai mendapatkan kondisi air yang di inginkan.

5.2 Perancangan Sistem

5.2.1 Perancangan Frame Filter Air

Perancangan desain mekanik pada sistem filter air pada proses penyaringan air dapat di lihat pada gambar 5.2 di bawah ini.



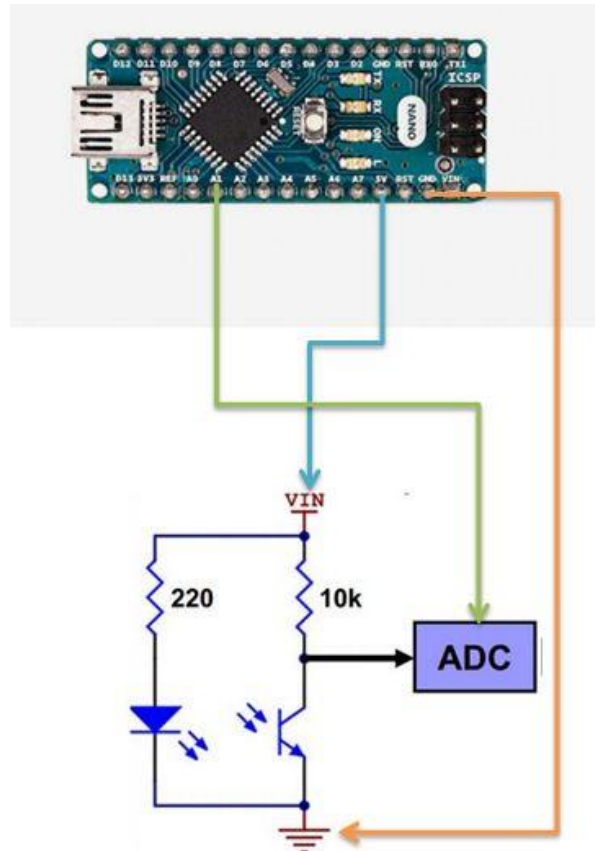
Gambar 5.2 Desain Frame Filter air

Perancangan pada gambar 5.2 ini merupakan desain mekanik pada filter air yang di kerjakan menggunakan aplikasi sketchmaker, desain ini di buat dan tercantum sesuai dengan bagian-bagian dan tempat yang sudah di sesuaikan seperti mikrokontroler, peletakan sensor-sensor yang di gunakan, dan alat lain yang di butuhkan dalam perancangan pada penelitian ini.

Pada perancangan desain mekanik filter air ini terdapat dua sensor yang di gunakan dan juga dua pompa yang di gunakan pada filter air yang ada, meliputi:

1. Perancangan pembacaan sensor Photodiode

Pada perancangan sensor photodiode yang berfungsi sebagai pembaca kekeruhan terdapat beberapa komponen dan bagian-bagian pin yang terhubung pada port Arduino Nano. Untuk lebih jelas komponen yang di gunakan dan port yang terhubung pada Arduino Nano dapat di lihat pada gambar 5.3 di bawah.

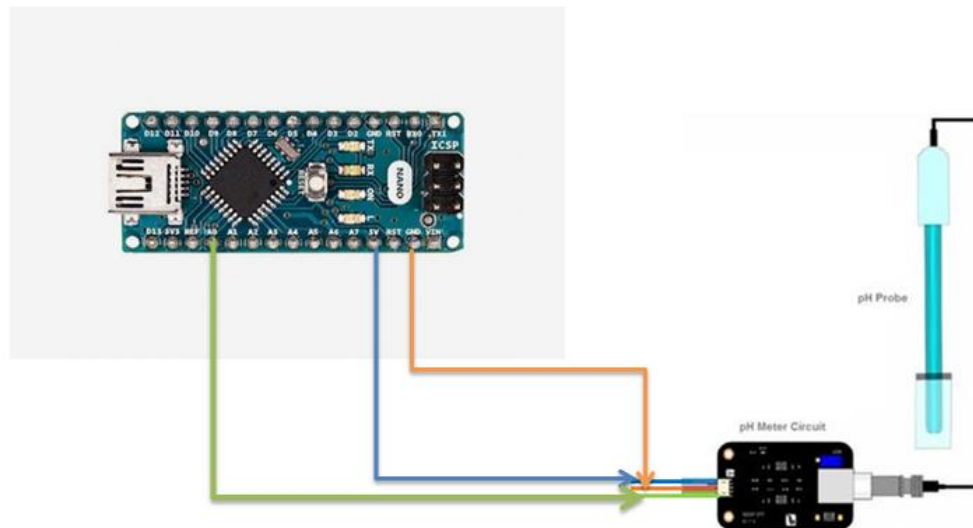


Gambar 5.3 Perancangan Pembacaan Sensor Photodiode

Pada gambar 5.3 di atas dapat dilihat pin Vcc terhubung dengan port 5 volt pada jalur dengan warna biru dan pin GND terhubung dengan port GND pada Arduino nano dengan jalur berwarna orange, sedangkan pada port A1 yang terhubung pada jalur berwarna hijau merupakan gabungan dari rangkaian LED, resistor 220 untuk LED dan juga resistor 33K untuk photodiode, serta photodiode yang digunakan pada rangkaian tersebut sehingga menghasilkan pengiriman data berupa sinyal yang dikeluarkan oleh LED dan diterima oleh photodiode sehingga menghasilkan nilai yang diproses oleh Arduino Nano.

2. Perancangan pembacaan sensor PH Meter

Pada perancangan sensor Ph meter terdapat beberapa bagian pin-pin yang terhubung pada port Arduino Nano. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 Perancangan Pembacaan Sensor Ph Meter

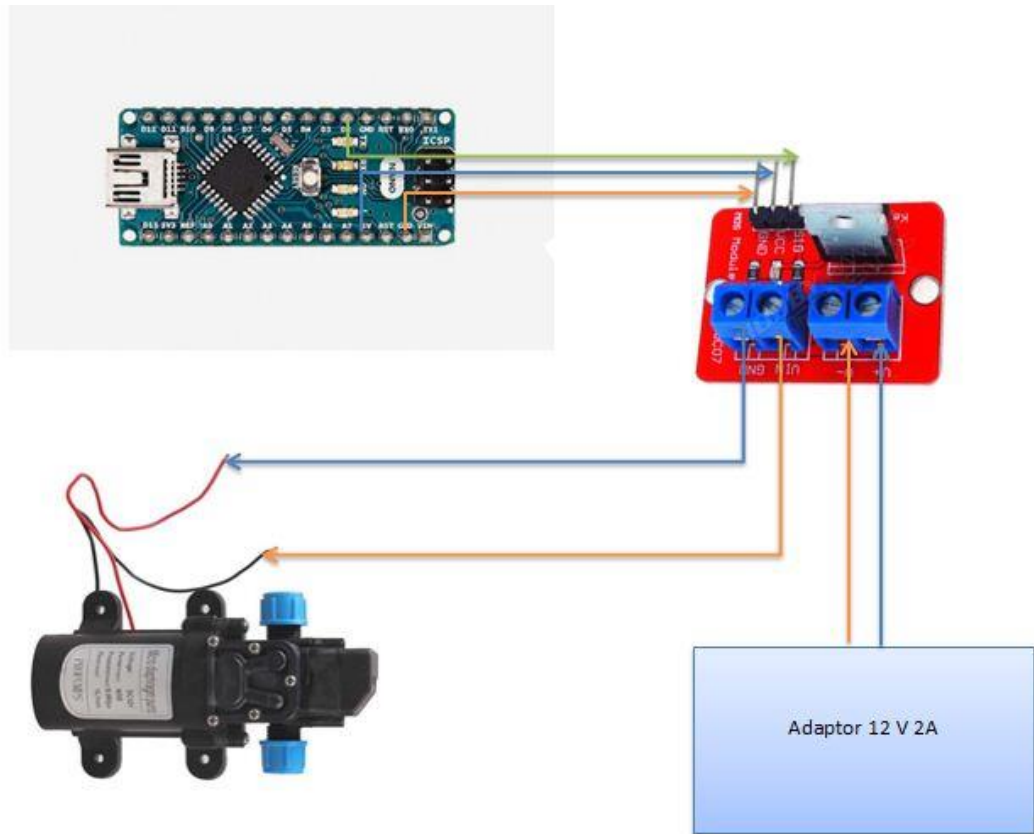
Pada gambar 5.4 di atas dapat di lihat terdapat 3 kabel sebagai penghubung antara modul dengan sensor ph meter, pin Vcc pada modul terhubung dengan port Vcc yang ada pada Arduino nano yang di jelaskan pada gambar terhubung dengan kabel berwarna biru, sedangkan pin GDN pada modul terhubung dengan port GDN yang terdapat pada Arduino nano terhubung dengan kabel berwarna orange pada gambar tersebut. Pada kabel bewarna hijau yang terhubung dengan modul menuju port A0 yang terdapat pada Arduino nano, untuk lebih jelas dapat di lihat pada table di bawah ini :

Table 5.1 Penjelasan Pembacaan Sensor Ph Meter

Pin Sensor Ph Meter		Port Arduino Nano	
Out	Output sinyal	A0	Menerima Data
+	Vcc	5V	Tegangan 5V
—	Ground	GND	Ground

3. Perancangan pembacaan pompa air 12V

Pada perancangan pembacaan pompa air 12V ini pompa air terhubung dengan driver mosfet irf520 yang terhubung dengan pin-pin Arduino nano yang tersedia, untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.5 di bawah.



Gambar 5.5 Perancangan Pembacaan Pompa Air 12V

Pada gambar 5.5 di atas terdapat pompa 12V dan adaptor 12V 2 amper sebagai daya untuk menggerakkan pompa yang masuk pada driver Mosfet yang tersedia, Vcc pada pompa masuk pada port Vcc yang tersedia pada driver Mosfet yang di hubungkan dengan jalur berwarna biru pada gambar, GND pada pompa masuk pada port GND pada driver Mosfet yang di hubungkan dengan jalur berwarna orange pada gambar. Adaptor yang tersedia juga terhubung dengan driver mosfet sesuai dengan +/- yang tersedia pada adaptor yang masuk pada port +/- yang tersedia pada driver mosfet yang di hubungkan pada gambar dengan jalur biru untuk + (plus) dan orange untuk minus – (minus). Driver Mosfet yang sudah terhubung dengan pompa 12V dan adaptor 12V 2 Amper akan di hubungkan dengan Arduino nano yang ada dengan port SIG terhubung dengan port 3 dengan jalur berwarna hijau, sedangkan untuk port Vcc dan GND yang ada pada driver mosfet terhubung dengan Vcc dan GND yang ada pada Arduino nano dengan jalur biru untuk Vcc dan orange untuk GND.

Terdapat dua pompa yang ada pada perancangan filter air ini yang mana perancangan pompa air 12V dan driver mosfet yang di gunakan sama, hanya saja port pada driver mosfet pada pompa kedua port SIG terhubung dengan port 9 pada Arduino nano, untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.6 di bawah.

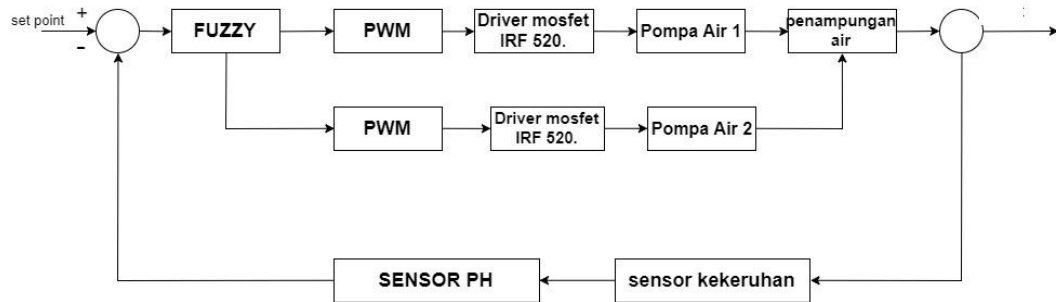


Gambar 5.7 Perancangan Penyaringan Air Keruh

Pada gambar 5.7 terdapat urutan pada perancangan penyaringan air keruh yang meliputi material-material yang di susun dengan urutan batu kali pada layer pertama pada tempat penyaringan, kemudian di isi dengan busa penyaringan sesuai dengan ukuran tempat penyaringan, pasir halus pada layer berikutnya dan di letakan sesuai dengan kebutuhan, letakan kembali busa penyaringan di atas pasir, isi dengan karbon aktif pada layer berikutnya yang di letakan sesuai dengan yang di butuhkan, isi kembali dengan pasir dengan jumlah yang sama pada layer berikutnya, terakhir letakan kembali busa penyaringan agar material pasir tetap pada tempatnya, sesudah menyusun sesuai dengan layer-layer yang sudah di tentukan maka padatkan semua material yang ada sampai benar-benar padat dan tidak ada celah sehingga menghasilkan penyaringan sesuai dengan yang di inginkan.

5.2.2 Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

Perancangan kontrol logika fuzzy sesuai dengan alur flowchart dapat di lihat pada gambar 5.8 di bawah ini



Gambar 5.8 Kontrol Logika Fuzzy

Dari diagram pada gambar 5.8 di atas dapat di jelaskan sebagai berikut:

1. Set point merupakan nilai dari keseimbangan dalam mengatur keluaran air pada pompa yang dihasilkan oleh karakteristik driver motor dalam hal ini merupakan pompa dengan tegangan sebesar 12V.
2. Tempat penampungan air yang sudah di modifikasi dengan bahan akrilik dengan ketebalan 5mm sebagai plant pada sistem ini.
3. Pusat pengendalian sistem ini adalah Arduino nano yang memberikan sinyal PWM yang ada pada pompa air melalui driver mosfet IRF 520.
4. Akuator menggunakan dua pompa air 12V yang berfungsi untuk mengatur atau keluar dari kekeruhan dan PH yang mendapatkan sinyal dari masukan dari output PWM driver mosfet IRF 520
5. Sensor kekeruhan dan sensor PH untuk menentukan nilai dari kekeruhan air dan asam pada air yang terlihat keruh.
6. Kontroler yang digunakan adalah logika fuzzy dengan menggunakan metode mamdani dengan inferensi *min-max*. Metode mamdani inferensi min-max merupakan nilai dari hasil percobaan yang belum pasti untuk mendapatkan nilai akurat dari semua sensor untuk menghasilkan output sesuai dengan nilai yang di inginkan.

Pada control logika fuzzy yang di kembangkan oleh penulis dalam penelitian ini terdapat dua input error berupa photodiode (kekeruhan pada air) di karenakan tingkat kekeruhan pada air berbeda-beda tergantung pada material yang menyebabkan air tersebut menjadi keruh dan dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan pada air yang terdapat pada tempat penampungan. Sedangkan pada sensor Ph meter error yang terjadi dikarenakan kalibrasi pada sensor Ph meter yang memerlukan waktu penyesuaian pada air yang terdapat pada tempat penampungan air yang tersedia, pada sensor Ph meter ini nilai yang di hasilkan pada saat sensor normal adalah 4 sampai 5 nilai keasaman di karenakan nilai normal sensor ini berpengaruh pada kadar asam yang terdapat di dalam sensor ini yang menyebabkan perlunya kalibrasi untuk menentukan kadar asam pada tempat penampungan air yang tersedia.

Perancangan kontrol pada logika fuzzy ini memiliki dua input berupa sensor photodiode untuk kekeruhan dan sensor Ph meter untuk keasaman, dimana

masing-masing sensor ini terdapat tiga kondisi keanggotaan. Untuk output pada perancangan sistem ini dimana output merupakan pompa 12V juga terdapat 3 kondisi keanggotaan seperti pada sensor yang ada, di mana keseluruhan kondisi keanggotaan yang terdapat pada perancangan ini menghasilkan Sembilan kondisi keanggotaan yang menghasilkan penyaringan pada perancangan ini.

Metode pada kontrol fuzzy yang di gunakan oleh penulis dalam penelitian ini menggunakan metode mamdani dengan inferansi min-max di mana inferansi min-max tersebut menggunakan fungsi min dan fungsi max yang bertujuan untuk mendapatkan suatu keluaran yang merupakan bilangan nilai pada keanggotaan fuzzy tersebut.

Beberapa fungsi keanggotaan yang ada pada perancangan filter air ini dijelaskan sebagai berikut:

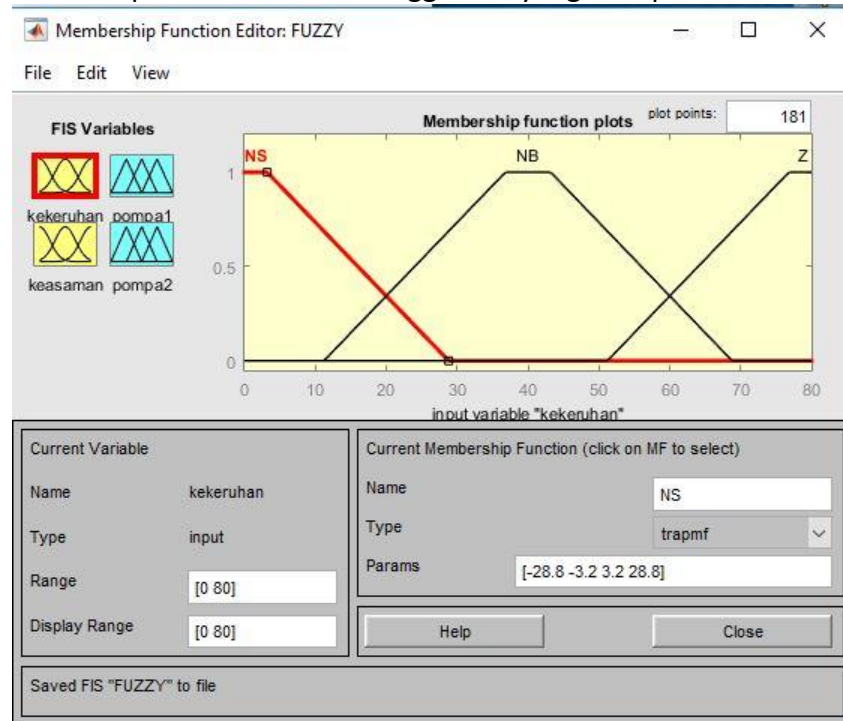
1. Fungsi keanggotaan input dari sensor photodiode (kekeruhan) yang memiliki tiga kondisi keanggotaan yang di definisikan :

NS = Bersih (PV < SP)

NB = Sedang (PV=SP)

Z = Kotor (PV>SP)

Beriku ini merupakan hasil nilai keanggotaan yang di dapat melalui matlab :



Gambar 5.9 Nilai Keanggotaan Kekeruhan

Dari gambar 5.9 di atas dapat dijelaskan nilai range yang ada adalah 0 sampai 80, nilai yang di dihasilkan tersebut setelah sensor photodiode telah di integrasikan oleh matlab. Nilai yang di dihasilkan adalah:

$NS = (-28.8, -3.2, 3.2, 28.8);$
 $NB = (11.2, 36.8, 43.2, 68.8);$
 $Z = (51.2, 76.8, 83.2, 108.8);$

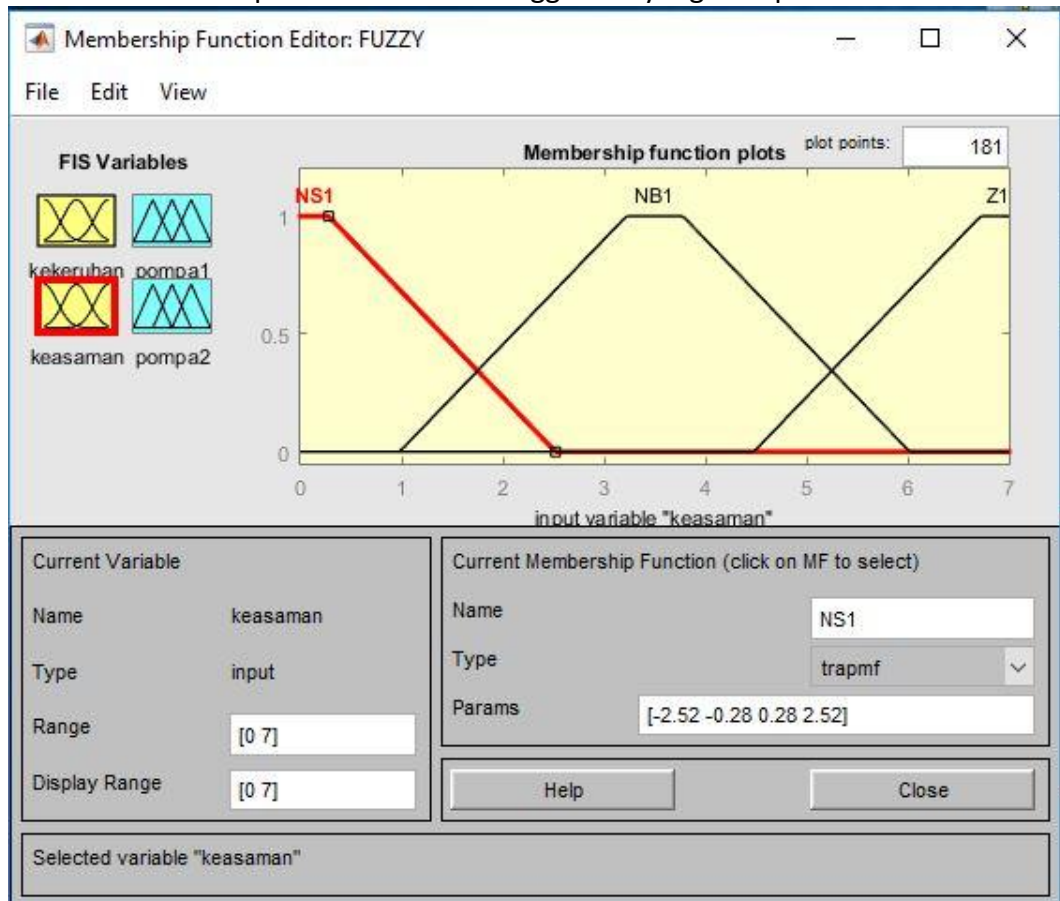
2. Fungsi keanggotaan input dari sensor Ph meter (keasaman) yang memiliki tiga kondisi keanggotaan yang di definisikan:

$NS1 = Asam \quad (PV < SP)$

$NB1 = Sedang \quad (PV=SP)$

$Z1 = Normal \quad (PV>SP)$

Beriku ini merupakan hasil nilai keanggotaan yang di dapat melalui matlab :



Gambar 5.10 Nilai Keanggotaan Keasaman

Dari gambar 5.10 di atas dapat dijelaskan nilai range yang ada adalah 0 sampai 7, nilai yang di hasilkan tersebut setelah sensor Ph meter telah di integrasikan oleh matlab. Nilai yang di hasilkan adalah:

$NS1 = (-2.52, -0.28, 0.28, 2.52);$
 $NB1 = (0.98, 3.22, 3.78, 6.02);$
 $Z1 = (44.8, 6.72, 7.28, 9.52);$

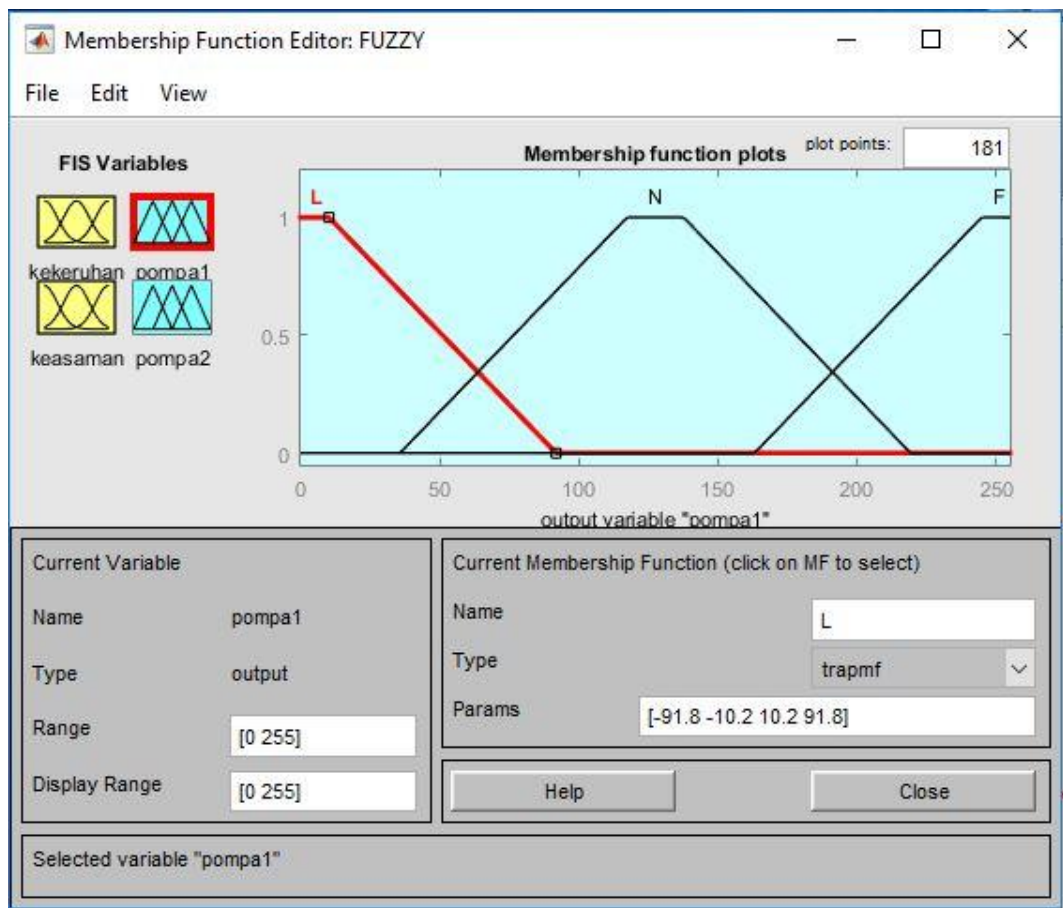
3. Fungsi keanggotaan output berupa keluaran air dari hasil perputaran servo pada pompa 12V dengan keluaran berupa nilai PWM yang memiliki tiga kondisi keanggotaan yaitu :

L = pelan

N = normal

F = kencang

Fungsi ke anggotaan kondisi keluaran atau ouput dalam sistem ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.11 Nilai Keanggotaan Pompa 1

Dari gambar 5.11 dapat di jelaskan jika nilai range pada output 1 di berikan nilai dengan range 0 sampai dengan 255 dan di nyatakan sebagai PWM dari keluaran inputan yang di berikan oleh sensor photodiode (kekeruhan) dengan parameter sebagai berikut :

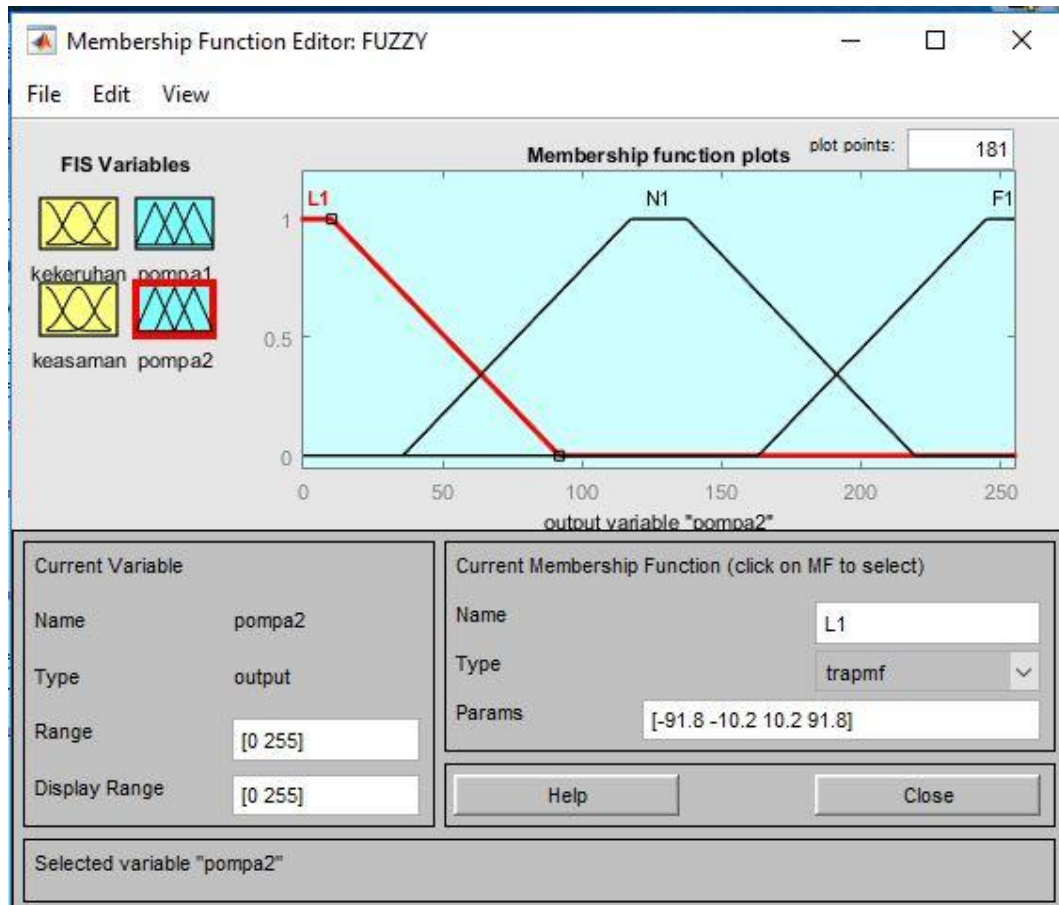
$$L = (-91.8, -10.2, 10.2, 91.8)$$

$$N = (35.7, 117.3, 137.7, 219.3)$$

$$F = (163.2, 244.8, 265.2, 346.8)$$

Pada output 2 memiliki nilai yang sama dengan output pertama dengan fungsi yang sama hanya saja mendapatkan nilai dari inputan yang berbeda yaitu

mendapatkan input dari sensor Ph meter yang mana juga memiliki tiga kondisi yang sama seperti outputan kedua, pada outputan kedua ini memiliki nilai keanggotaan yaitu L1, N1, F1 untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.12 di bawah ini.



Gambar 5.12 Nilai Keanggotaan Pompa 2

Error pada kekeruhan dan keasaman pada tempat penampungan air dinyatakan dalam rule matlab yang dapat di lihat pada gambar 5.13 di bawah ini



Gambar 5.13 Error Dalam Rule Matlab

Error kekeruhan dan error keasaman pada air dinyatakan dalam table yang didapatkan dari hasil matlab seperti table di bawah ini.

Table 5.3 Tabel Rule Aturan Fuzzyfikasi

Rule		Error Kekeruhan		
		NS	NB	Z
Error Keasaman	NS1	L, F1	N, F1	F, F1
	NB1	L, N1	N, N1	F, N1
	Z1	L, L1	N, L1	F, L1

Dari table di atas error pada kekeruhan dan keasaman dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Jika pada sensor kekeruhan bersih (NS) dan sensor keasaman tinggi (NS1) pada tempat penampungan air, maka output yang dihasilkan pada pompa 1 pelan (L) dan output yang dikeluarkan oleh pompa 2 cepat (F1)

- Jika pada sensor kekeruhan bersih (NS) dan sensor keasaman sedang (NB1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkan pada pompa 1 pelan (L) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 sedang (N1).
- Jika pada sensor kekeruhan bersih (NS) dan sensor keasaman normal (Z1) pada tempat penampungan air, maka ouput yang di hasilkan pada pompa 1 pelan (L) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 pelan (L1).
- Jika pada sensor kekeruhan sedang (NB) dan sensor keasaman tinggi (NS1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkan pada pompa 1 sedang (N) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 cepat (F1).
- Jika pada sensor kekeruhan sedang (NB) dan sensor keasaman sedang (NB1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkan pompa 1 sedang (N) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 sedang (N1).
- Jika pada sensor kekeruhan sedang (NB) dan sensor keasaman normal (Z1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkan pada pompa 1 sedang (N) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 pelan (L1).
- Jika pada sensor kekeruhan kotor (Z) dan sensor keasaman tinggi (NS1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkan pada pompa 1 cepat (F) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 cepat (F1).
- Jika pada sensor kekeruhan kotor (Z) dan sensor keasaman sedang (NB1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkan pompa 1 cepat (F) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 sedang (N1).
- Jika pada sensor kekeruhan kotor (Z) dan sensor keasaman normal (Z1) pada tempat penampungan air, maka output yang di hasilkn pada pompa 1 cepat (F) dan output yang di keluarkan oleh pompa 2 pelan (L1).

5.2.3 Perancangan Komunikasi Port Arduino Nano

Arduino Nano memiliki fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer dan juga dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler lainnya, arduino Nano merupakan atmega 328p yang menyediakan komunikasi serial UART TTL (5V) dengan tenaga input yang di rekomendasikan 7-12V juga tersdia pin RX (0) dan pin 1 (TX). Sebuah chip FTD yang terdapat pada board arduino nano berfungsi untuk menerjemahkan bentuk komunikasi melalui USB dan akan tampil sebagai Virtual Port di komputer.

Pada arduino Software (IDE) yang terdapat serial monitor yang memudahkan untuk pengiriman data dari Arduino Nano yang berupa text, terdapat juga lampu led TX dan RX yang akan menyala berulang apabila data yang ada di transmisikan

melalui chip FTDI USB to serial via kabel USB menuju komputer dan gunakan software Serial library untuk melakukan komunikasi serial dari digital pin. Port arduino nano yang terhubung dengan komputer yang mana pada bagian LED pada arduino Nano berwarna merah, maka arduino nano sudah terhubung dengan komputer RX yang berada pada Arduino Nano.

5.3 Implementasi Sistem

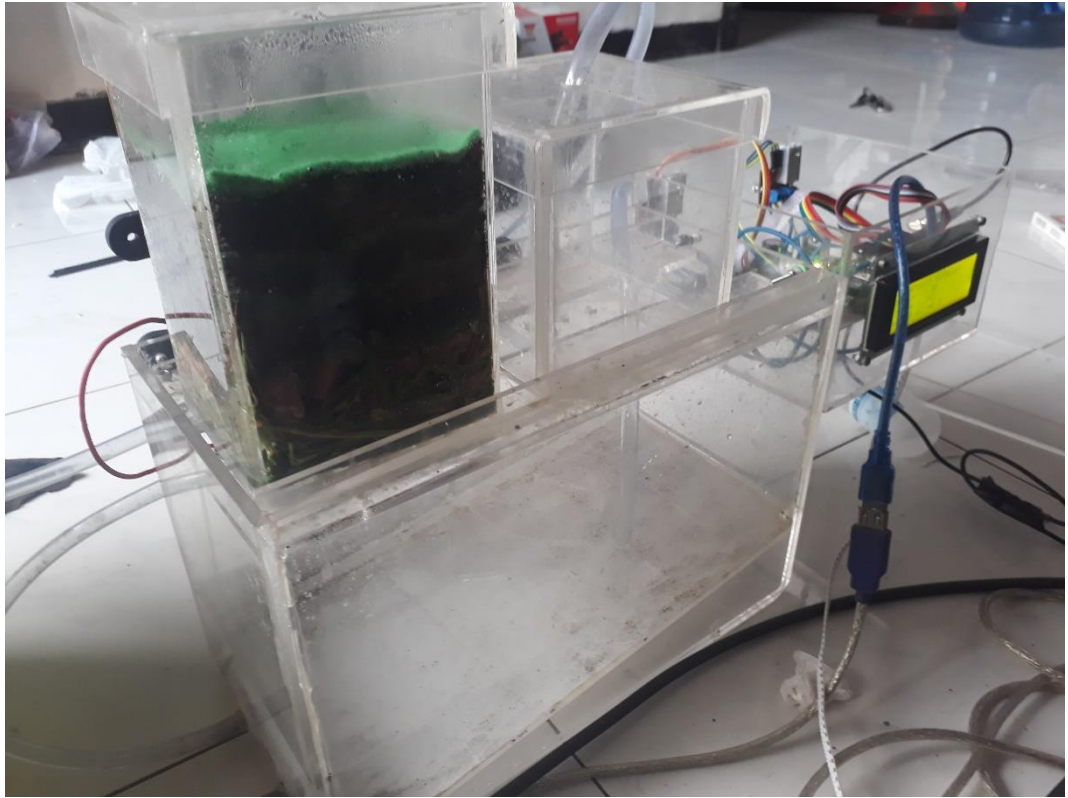
Implementasi sistem ini meliputi implementasi pada perangkat keras dan perangkat lunak yang di gunakan.

5.3.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras ini meliputi beberapa bagian yang akan di jelaskan di bawah ini:

5.3.1.1 Implementasi Sistem Tempat Penampungan Air

Implementasi pada sistem penyaringan air ini menggunakan Arduino Nano dan sensor photodiode sebagai sensor kekeruhan dan juga sensor Ph meter yang akan memberikan data tingkat kekeruhan dan keasaman pada tempat penyaringan air yang akan mengalirkan air pada tempat penampungan ke tempat penjernihan air dengan menggunakan pompa air 12V yang sudah di sesuaikan menggunakan logika Fuzzy. Hasil dari pembacaan data dari sensor dapat lihat melalui LCD 20X4 untuk mengetahui tingkat kekeruhan dan keasaman pada tempat penampungan air, sistem ini menggunakan tenaga 5V dan 12V yang di mana tegangan 5V di tujukan untuk daya yang di butuhkan pada arduino Nano, sedangkan daya sebesar 12V untuk menggerakan pompa air 12V sebanyak dua buah dan di atur pembagian daya yang ada melalui driver mosfet agar sistem yang ada bekerja sesuai dengan yang di inginkan. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.14 Implementasi Tempat Penampungan Air

Pada implementasi perangkat lunak ini di gunakan ArduinoIDE yang mana bertujuan untuk memberikan program berupa bahasa pemrograman C, selain itu juga untuk memberikan beberapa library untuk menjalankan fungsi dari sesor dan pompa air yang ada. Pada implementasi ini juga menggunakan matlab untuk mengetahui nilai pada outputan (pompa air) dan juga melihat nilai grafik yang tersedia pada alat tersebut.

5.3.1.2 Implementasi Sensor Kekeruhan

Implementasi sensor kekeruhan pada tugas akhir ini, penulis menggunakan 1 buah LED 5mm, sensor photodiode 5mm, resistor 560 ohm dan juga resistor 33k ohm yang di rangkai dan di buat sedemikian rupa agar dapat membaca kadar kekeruhan pada air yang mana dalam proses pembacaan apabila cahaya yang di hasilkan pada LED 5mm ini terhalang oleh keruhnya air, maka secara otomatis sensor photodiode akan membaca dan menentukan nilai keruh tidaknya suatu air sesuai dengan logika fuzzy yang sudah di tentukan yaitu bersih, sedang, dan kototor (NS, NB, Z). Setelah di rangkai sesuai dengan yang di inginkan kemudian rangkaian ini di lapiasi agar dapat tahan dan masuk kedalam tempat penampungan air yang di harapkan berjalan sesuai yang di inginkan. Untuk gambaran pada sensor ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.15 Implementasi Sensor Kekeruhan

5.3.1.3 Implementasi Sensor Ph Meter

Implementasi sensor Ph Meter ini penulis menggunakan sensor Ph meter yang ada di pasaran yang bertujuan untuk membaca nilai kadar ph pada air dan dapat menentukan asam tidaknya air yang terdapat pada tempat penampungan air, yang mana apabila kadar ph pada air rendah maka secara otomatis pompa akan menyala dan mengalirkan air yang ada menuju tempat penetralan kadar asam agar sesuai dengan yang di inginkan dan sesuai dengan logika Fuzzy yang telah di tentukan yaitu berupa asam, sedang, dan normal (NS1, NB1, Z1). Untuk gambaran sensor ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.16 Implementasi Sensor Ph

5.3.1.4 Implementasi Pompa 12V

Implementasi pompa air 12V ini menggunakan pompa air darat 12V yang mana pompa ini bekerja tanpa harus di letakan di dalam tempat penampungan air dan dapat bekerja tanpa harus terendam air, pompa ini bertujuan untuk mengalirkan air yang ada (keruh, asam, maupun jernih) kedalam tempat penyaringan yang sudah di sediakan. Penulis menggunakan dua pompa air 12V untuk mengalirkan air sesuai dengan kondis air tersebut, yang mana apabila nilai yang di dapatkan pada sensor keruh maka pompa 1 yang akan menyala dan mengalirkan air ke dalam tempat penyaringan begitu juga pada pompa 2. Besar kecilnya aliran air pada pompa di tentukan sesuai dengan logika fuzzy yang telah di tentukan berupa pelan, sedang, dan kencang (L, N, F) dan (L1, N1, F1) pada pompa 2. Untuk gambaran pompa 12V ini dapa di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5.17 Implementasi Pompa Air 12V

5.3.1.5 Implementasi LCD 20X4

Implementasi LCD 20X4 ini penulis menggunakan LCD untuk mengetahui nilai yang di hasilkan oleh dua sensor yang di gunakan dan sebagai monitoring pada alat ini, nantinya user akan dapat mengetahui tingkat tinggi rendahnya kekeruhan dan keasaman pada air yang terdapat pada tempat penampungan dan tingkat kecepatan pompa air 12V pada saat proses sedang berlangsung. Karena LCD ini di tujukan untuk memonitoring dan menampilkan nilai yang di hasilkan oleh kedua sensor tersebut sistem ini tidak masuk kedalam logika Fuzzy. Untuk gambaran LCD 20X4 ini dapat di lihat pada gambar di bawah ini.

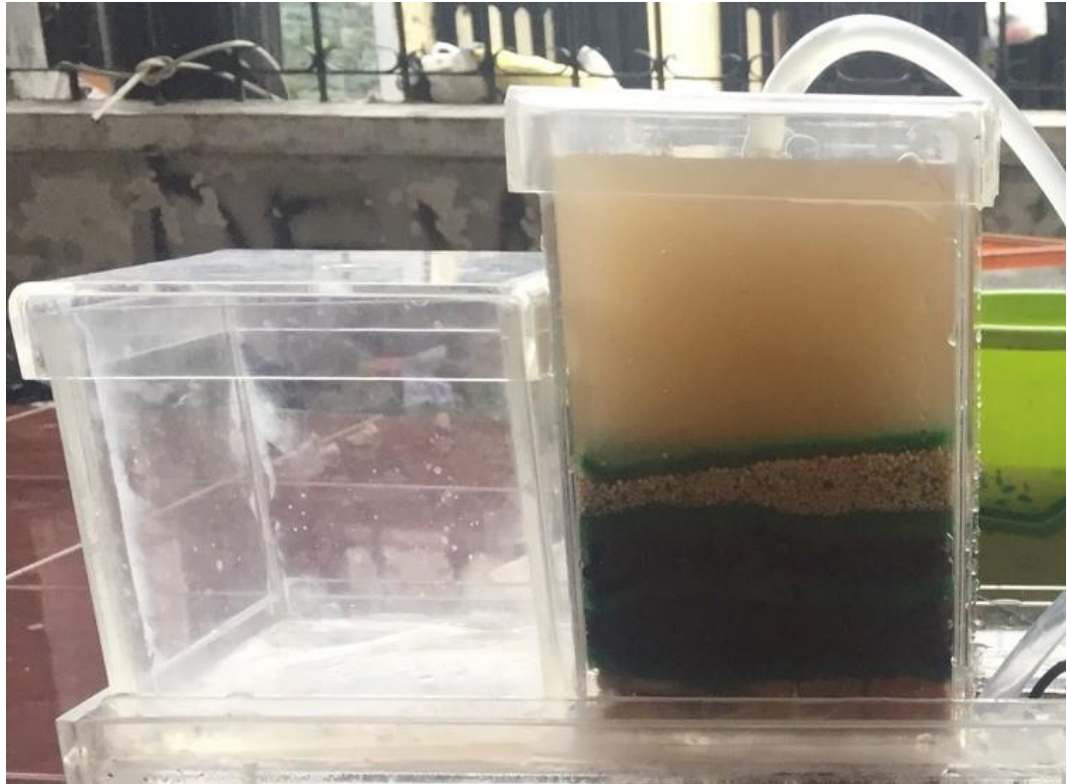


Gambar 5.18 Implementasi LCD 20X4

5.3.1.6 Implementasi Sistem Penyaringan Air

Implementasi sistem penyaringan air ini penulis menggunakan dua penyaringan air sesuai dengan kebutuhan yang di perlukan. Penulis menggunakan dua tempat penyaringan air yang di bedakan sesuai kebutuhan dari proses penjernihan air ini, pada tempat penyaringan pertama penulis menggunakan beberapa material yang di gunakan untuk menjernihkan air pada kondisi air keruh, material yang di gunakan merupakan material umum dan sederhana yang dapat di jumpai di pasaran berupa batu kerikil, busa penyaringan, karbon aktif, dan pasir halus. Material tadi di susun dengan urutan batu kerikil, busa penyaringan, karbon aktif, busa penyaringan, pasir, busa penyaringan, pasir, busa penyaringan yang kemudai di padatkan pada tempat penyaringan yang tersedia di mana di harapkan dapat menyaring air pada kondisi air tercampur dengan tanah. Untuk gamabran tempat penyaringan air keruh ini dapat di lihat pada gambar 5.20.

Pada tempat penyaringan kedua penulis menggunakan material berupa tawas yang di letakan sedemikian rupa pada tempat penyaringan agar dapat menjernihkan air asam yang ada pada tempat penampungan air, pada tahap ini hanya tawas yang di butuhkan untuk mengubah kadar asam yang ada sesuai dengan kadar asam yang di butuhkan. Kedua sistem penyaringan ini tidak termasuk kedalam logika fuzzy karena hanya bertujuan untuk menjernihkan air agar sesuai dengan kondisi yang di inginkan. Untuk gambaran tempat penyaringan air asam ini dapat di lihat pada gambar 5.20.



Gambar 5.19 Implementasi Penyaringan Air

5.3.1.7 Implementasi Logika Fuzzy

Implementasi logika Fuzzy dalam program arduino Nano penulis melakukan penelitian yang di bantu beberapa pihak terkait menggunakan fungsi fuzifikasi untuk mempermudah proses pembuatan sistem ini. Untuk perancangan dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Table 5.4 Potongan Program Kontrol Logika Fuzzy

1	<code>void Fuzzy(){</code>
2	<code>//FuzzyInput KEJERNIHAN AIR</code>
3	<code>FuzzyInput* error_air = new FuzzyInput(1);</code>
4	<code>error_air->addFuzzySet(NS); // Adicionando o FuzzySet small em distance</code>
5	<code>error_air->addFuzzySet(NB); // Adicionando o FuzzySet safe em distance</code>
6	<code>error_air->addFuzzySet(Z); // Adicionando o FuzzySet big em distance</code>
7	<code>fuzzy->addFuzzyInput(error_air); // Adicionando o FuzzyInput no objeto Fuzzy</code>
8	<code>// FuzzyInput ASAM PH</code>
9	<code>FuzzyInput* error_ph = new FuzzyInput(2);</code>
10	<code>error_ph->addFuzzySet(NS1); // Adicionando o FuzzySet small em distance</code>

11	error_ph->addFuzzySet(NB1);
12	error_ph->addFuzzySet(Z1);
13	fuzzy->addFuzzyInput(error_ph);
14	// FuzzyOutput POMPA 1
15	FuzzyOutput* pomp1 = new FuzzyOutput(1);
16	FuzzySet* L = new FuzzySet(0, 0, 0, 10);
17	pomp1->addFuzzySet(L);
18	FuzzySet* N = new FuzzySet(150, 190, 190, 220);
19	pomp1->addFuzzySet(N);
20	FuzzySet* F = new FuzzySet(200, 255, 255, 255);
21	pomp1->addFuzzySet(F);
22	fuzzy->addFuzzyOutput(pomp1);
23	// FuzzyOutput POMPA 2
24	FuzzyOutput* pomp2 = new FuzzyOutput(2);
25	FuzzySet* L1 = new FuzzySet(0, 0, 0, 10);
26	pomp2->addFuzzySet(L1);
27	FuzzySet* N1 = new FuzzySet(150, 190, 190, 220);
28	pomp2->addFuzzySet(N1);
29	FuzzySet* F1 = new FuzzySet(200, 225, 235, 255);
30	pomp2->addFuzzySet(F1);
31	fuzzy->addFuzzyOutput(pomp2);
32	//////////////////LOGIKA FUZZY//////////////////
33	FuzzyRuleAntecedent*disZorNS1 = new FuzzyRuleAntecedent();
34	disZorNS1 -> joinWithAND(Z,NS1);
35	FuzzyRuleConsequent* thenFu1= new FuzzyRuleConsequent();
36	thenFu1->addOutput(F);
37	thenFu1->addOutput(L1);
38	FuzzyRule* fuzzyRule1 = new FuzzyRule(1, disZorNS1, thenFu1);
39	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule1);
40	FuzzyRuleAntecedent*disZorNB1 = new FuzzyRuleAntecedent();
41	disZorNB1 -> joinWithAND(Z,NB1);

42	FuzzyRuleConsequent* thenFu2= new FuzzyRuleConsequent();
43	thenFu2->addOutput(F);
44	thenFu2->addOutput(L1);
45	FuzzyRule* fuzzyRule2 = new FuzzyRule(2, disZorNB1, thenFu2);
46	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule2);
47	FuzzyRuleAntecedent*disZorZ1 = new FuzzyRuleAntecedent();
48	disZorZ1 -> joinWithAND(Z,Z1);
49	FuzzyRuleConsequent* thenFu3= new FuzzyRuleConsequent();
50	thenFu3->addOutput(F);
51	thenFu3->addOutput(L1);
52	FuzzyRule* fuzzyRule3 = new FuzzyRule(3, disZorZ1, thenFu3);
53	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule3);
54	FuzzyRuleAntecedent*disNBorNS1 = new FuzzyRuleAntecedent();
55	disNBorNS1 -> joinWithAND(NB,NS1);
56	FuzzyRuleConsequent* thenFu4= new FuzzyRuleConsequent();
57	thenFu4->addOutput(N);
58	thenFu4->addOutput(L1);
59	FuzzyRule* fuzzyRule4 = new FuzzyRule(4, disNBorNS1, thenFu4);
60	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule4);
61	FuzzyRuleAntecedent*disNBorNB1 = new FuzzyRuleAntecedent();
62	disNBorNB1 -> joinWithAND(NB,NB1);
63	FuzzyRuleConsequent* thenFu5= new FuzzyRuleConsequent();
64	thenFu5->addOutput(N);
65	thenFu5->addOutput(L1);
66	FuzzyRule* fuzzyRule5 = new FuzzyRule(5, disNBorNB1, thenFu5);
67	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule5);
68	FuzzyRuleAntecedent*disNBorZ1 = new FuzzyRuleAntecedent();
69	disNBorZ1 -> joinWithAND(NB,Z1);
70	FuzzyRuleConsequent* thenFu6= new FuzzyRuleConsequent();
71	thenFu6->addOutput(N);
72	thenFu6->addOutput(L1);

73	FuzzyRule* fuzzyRule6 = new FuzzyRule(6, disNBorZ1, thenFu6);
74	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule6);
75	FuzzyRuleAntecedent* disNSandNS1 = new FuzzyRuleAntecedent();
76	disNSandNS1 -> joinWithAND(NS,NS1);
77	FuzzyRuleConsequent* thenFu7= new FuzzyRuleConsequent();
78	thenFu7->addOutput(L);
79	thenFu7->addOutput(F1);
80	FuzzyRule* fuzzyRule7 = new FuzzyRule(7, disNSandNS1, thenFu7);
81	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule7);
82	FuzzyRuleAntecedent* disNSandNB1 = new FuzzyRuleAntecedent();
83	disNSandNB1 -> joinWithAND(NS,NB1);
84	FuzzyRuleConsequent* thenFu8= new FuzzyRuleConsequent();
85	thenFu8->addOutput(L);
86	thenFu8->addOutput(N1);
87	FuzzyRule* fuzzyRule8 = new FuzzyRule(8, disNSandNB1, thenFu8);
88	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule8);
89	FuzzyRuleAntecedent* disNSandZ1 = new FuzzyRuleAntecedent();
90	disNSandZ1 -> joinWithAND(NS,Z1);
91	FuzzyRuleConsequent* thenFu9= new FuzzyRuleConsequent();
92	thenFu9->addOutput(L);
93	thenFu9->addOutput(L1);
94	FuzzyRule* fuzzyRule9 = new FuzzyRule(9, disNSandZ1, thenFu9);
95	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule9);

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1 Pengujian dan Analisis Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai akurasi sensor yang di gunakan pada alat ini. Pengujian ini dibagi menjadi 2, pengujian sensor kekeruhan dan juga sensor keasaman berupa Ph meter.

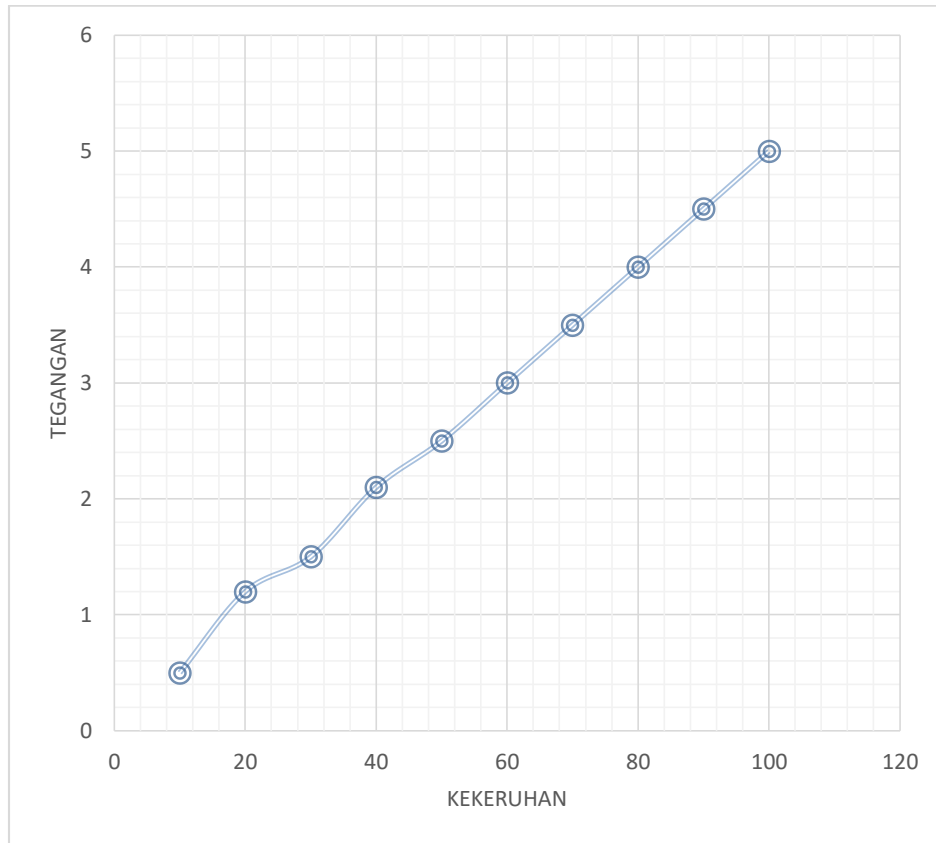
6.1.1 Pengujian Sensor Kekeruhan

Pengujian sensor kekeruhan ini dilakukan untuk mendapat nilai sensor kekeruhan dengan kondisi air pada tempat pengujian air sudah dikeruhkan dengan menggunakan campuran air jernih dan tanah. Pada sensor kekeruhan ini hasil pada LCD di dapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai Sensor} = \frac{\text{Tegangan}}{1024} \times \text{Inputan}$$

Pada rumus diatas dimaksudkan untuk mendapatkan nilai sensor kekruhan dengan cara nilai tegangan sebesar 5V dibagi 1024 dikali input dengan range 0-1024 tergantung dari inputan photodiode, maka di dapatkan nilai hasil dari sensor dengan range 0-100. Nilai range ini di dasari dari perolehan data kuisisioner yang sudah peneliti sebar yang mana mengacu pada kebutuhan non-fungsional pada sub bab 4.4 dengan nilai 0-20 adalah range jernih dan 81-100 adalah range keruh.

Pada hasil perhitungan diatas nilai tegangan yang di hasilkan dengan range 0-5V dapat menghasilkan nilai pada sensor sesuai dengan yang diinginkan, nilai pada sensor dapat dihasilkan dengan nilai range adalah 0-100 tergantung dari nilai inputan tegangan yang di terima oleh sensor photodiode. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada garfik di bawah ini.



Gambar 6.1 Grafik Sensor Kekeruhan

6.1.2 Pengujian Sensor Ph

Pengujian sensor Ph ini dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi pada sensor Ph meter dengan kondisi air pada tempat pengujian air yang sudah diasamkan dengan menggunakan campuran cairan cuka. Proses pengujian ini dapat di lihat seperti gambar di bawah ini.



Gambar 6.2 Pengujian Akurasi Sensor Ph

Pengujian ini membandingkan nilai sensor Ph yang di hasilkan dengan menggunakan cairan buffer sesuai dengan nilai ph yang sudah di tentukan, sensor yang ada di tempatkan pada cairan dengan kadar ph yang berbeda dan hasil yang ada di bandingkan dengan nilai buffer ph yang telah tersedia, untuk lebih jelas dapat di lihat pada tabel di bawah ini.

Table 6.1 Tabel Pengujian Akurasi Sensor Ph

No	Nilai Buffer	Hasil dari sensor	Akurasi
1	10	10.50	95.23 %
2	7	7.43	94.21 %
3	4	4.25	94.12 %
4	3	3.16	94.93 %

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai akurasi sensor Ph ini rata-rata adalah 94 % dimana nilai tersebut didapat berdasar kan hasil uji coba sensor Ph yang ada di bandingkan dengan nilai buffer ph yang merupakan cairan dengan nilai ph yang pasti. Nilai akurasi ini di dapatkan berdasarkan hasil rumus yang sudah di uji coba dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Nilai akurasi} = \frac{\text{nilai buffer}}{\text{nilai sensor Ph}} \times 100\%$$

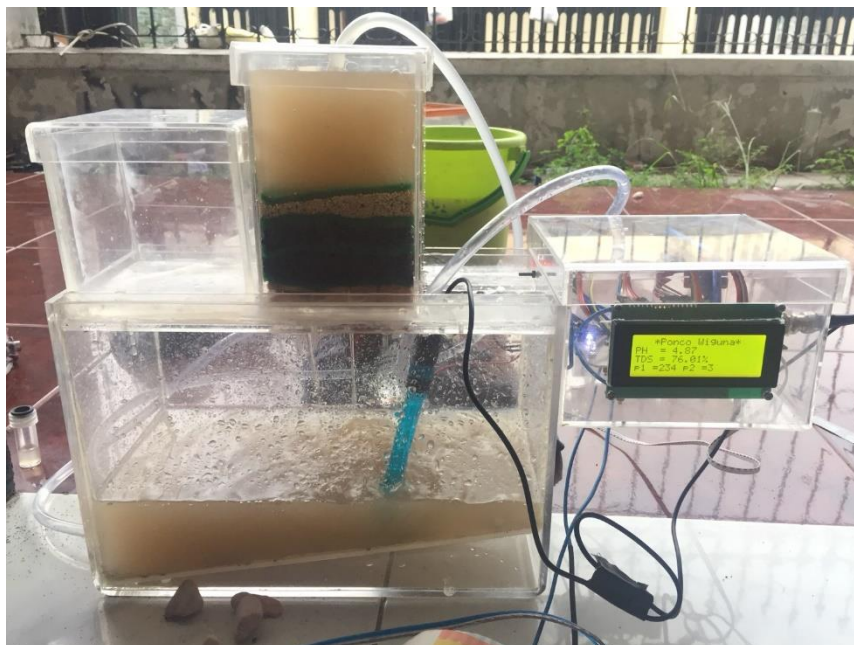
Pada rumus diatas dapat diketahui untuk mendapatkan nilai akurasi sensor Ph ini menggunakan rumus berupa nilai buffer ph yang sudah disiapkan dibagi dengan nila sensor yang dapat dilihat pada LCD 20X4 yang sudah tersedia dan dikalikan dengan 100% , maka didapatlah berapa nilai akurasi sensor Ph yang digunakan penulis untuk mengetahui kadar keasaman air.

6.2 Pengujian dan Analisi Filter Air

Pengujian filter air ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang di butuhkan untuk menjernihkan air pada tempat penampungan air. Proses filter air ini dibagi menjadi 2 yaitu kekeruhan dan keasaman.

6.2.1 Pengujian Penjernihan Air Keruh

Pengujian penyaringan air keruh ini di lakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang di butuhkan untuk menyaring air keruh yang ada dengan menggunakan air yang sudah di keruhkan. Dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.3 Skenario Pengujian Air Keruh

Pengujian ini memiliki beberapa prosedur pengujain di antaranya:

Table 6.2 Prosedur Pengujian Air Keruh

Kasus Pengujian	Penjernihan air menggunakan air keruh
Objek Pengujian	Air keruh
Tujuan Pengujian	Untuk mengetahui waktu yang di butuhkan untuk menyaring air asam
Prosedur Pengujain	1. Menyiapkan media yang akan di ujikan 2. Menyiapkan semua alat yang akan digunakan

	3. Menempatkan air keruh kedalam tempat penampungan air yang sudah di lengkapi dengan sensor dan pompa air 12V 4. Sensor kekeruhan di hubungkan dengan Arduino Nano 5. Arduino Nano terhubung dengan adaptor 6. Processing sistem berjalan 7. Proses akan berulang sampai air yang ada sudah tidak keruh
--	--

6.2.2 Pengujian Netralisir Air Asam

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang di perlukan untuk melakukan penjernihan air asam yang ada dengan menggunakan cairan asam berupa cuka yang di campurkan dengan air pada tempat penampungan. Dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.4 Skenario Pengujian Air Asam

Pada pengujian ini memiliki prosedur pengujian diantaranya:

Table 6.3 Prosedur Pengujian Air Asam

Kasus Pengujian	Penjernihan air menggunakan air asam
-----------------	--------------------------------------

Objek Pengujian	Air asam
Tujuan Pengujian	Untuk mengetahui waktu yang di butuhkan untuk menyaring air asam
Prosedur Pengujain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan media yang akan di ujikan 2. Menyiapkan semua alat yang akan digunakan 3. Menempatkan air asam kedalam tempat penampungan air yang sudah di lengkapi dengan sensor dan pompa air 12V 4. Sensor Ph di hubungkan dengan Arduino Nano 5. Arduino Nano terhubung dengan adaptor 6. Processing sistem berjalan 7. Proses akan berulang sampai air yang ada menurun kadar keasamannya

6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian Penyaringan Air

6.2.3.1 Penjernihan Air Keruh

Hasil dari pengujian kekeruhan air ini dapat di lihat pada gambar 6.3 di bawah. Pada air keruh ini pengujian di lakukan dengan menggunakan penyaringan air sederhana yang sudah penulis buat dengan menggunakan material-material yang sudah di tentukan, air yang ada di tempatkan pada penampungan air yang sudah di tempatkan sensor kekeruhan. Pengujian ini di lakukan pada pagi hari dan membutuhkan waktu penjernihan selama kurang lebih tujuh jam, di lakukan pada ruangan tertutup. Air keruh terdeteksi memiliki nilai keruh 60% dari nilai maksimal kekeruhan adalah 80%.

$$g(x, y) = \text{if}(X = \text{err keruh}) \text{and } (Y = \text{err Ph}) \text{than } (x = \text{defuzzify}(1)) \text{and } (y = \text{defuzzify}(2))$$

Keterangan:

g = pompa

X= Value Membership sensor keruh

Y= Value Membership sensor Ph

x= Output 1

y= Output 2

Apabila sensor kekruhan yang ada mendeteksi kadar keruh air dengan nilai 60% maka pompa 1 mendapatkan nilai PWM sebesar 216 yang mana membutuhkan waktu kurang lebih 7 jam untuk menjernihkan air dengan menggunakan penyaringan sederhana, nilai pada sensor dan PWM akan

berkurang seiring dengan berjalannya proses penyaringan air. Kondisi ini di dapat dengan menggunakan persamaan yang ada.



Gambar 6.5 Hasil Penjernihan Air Keruh

6.2.3.2 Penjernihan Air Asam

Hasil dari pengujian kekasaman air ini dapat di lihat pada gambar 6.4 di bawah. Pada air asam ini pengujian di lakukan dengan menggunakan penyaringan air sederhana yang sudah penulis buat dengan menggunakan material berupa tawas, air yang ada di tempatkan pada penampungan air yang sudah di tempatkan sensor Ph. Pengujian ini di lakukan pada siang hari dan membutuhkan waktu penjernihan selama kurang lebih sepuluh menit, di lakukan pada ruangan tertutup. Air yang ada terdeteksi memiliki nilai kesaman 4.75 dari nilai maksimal keasaman adalah 7.

$$g(x, y) = \text{if}(X = \text{err keruh}) \text{and} (Y = \text{err Ph}) \text{than} (x = \text{defuzzify}(1)) \text{and} (y = \text{defuzzify}(2))$$

Keterangan:

g = pompa

X= Value Membership sensor keruh

Y= Value Membership sensor Ph

x= Output 1

y= Output 2

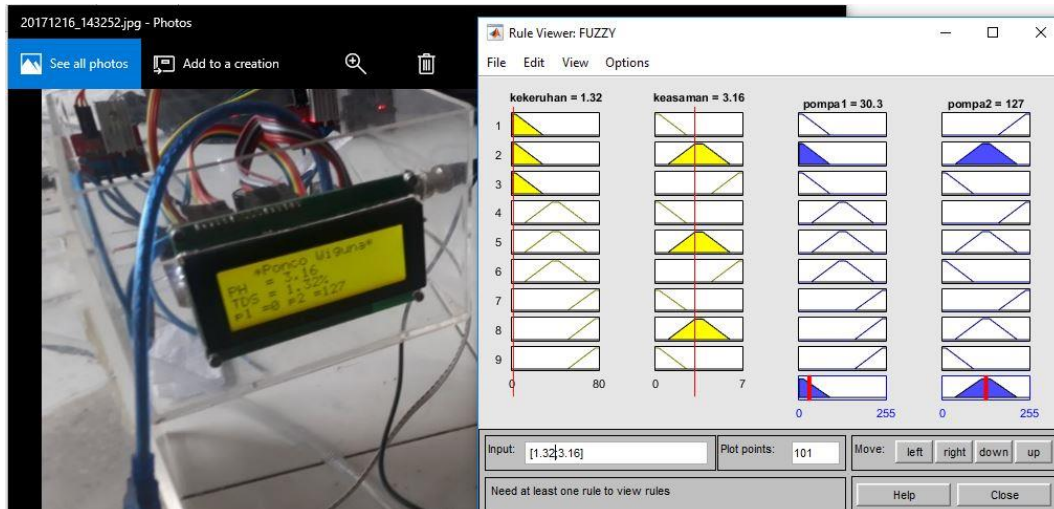
Apabila sensor Ph yang ada mendeteksi kadar keasaman air dengan nilai 4.75 maka pompa 2 mendapatkan nilai PWM sebesar 102 yang mana membutuhkan waktu kurang lebih 10 menit untuk menjernihkan air dengan menggunakan tawas, nilai pada sensor dan PWM akan berkurang seiring dengan berjalannya proses penyaringan air. Kondisi ini di dapat dengan menggunakan persamaan yang ada.



Gambar 6.6 Hasil Penjernihan Air Asam

6.3 Pengujian Keseluruhan Akurasi PWM Terhadap MATLAB

Pada pengujian akurasi PWM terhadap MATLAB ini bertujuan untuk melihat akurasi yang ada pada nilai PWM yang dapat dilihat pada LCD 20X4 dan dibandingkan dengan nilai pada MATLAB dengan nilai range 0-255. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 6.7 Pengujian Akurasi PWM terhadap MATLAB

Dari pengujian ini didapat nilai PWM yang ada pada LCD 20X4 dan juga MATLAB yang diambil dari 4 kondisi dimana dari 4 kondisi ini diambil 4 nilai dengan hasil berbeda dan dibandingkan nilai PWM pada LCD 20X4 dan nilai PWM pada MATLAB. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Table 6.4 Tabel Pengujian Nilai PWM Dengan MATLAB

No	Kondisi	Nilai Sensor	Nilai PWM pada LCD	Nilai PWM pada MATLAB
1	Jernih-Tawar	1.32 - 7.20	0 – 0	30.2 – 30.2
		1.35 - 7.23	0 – 0	30.2 – 30.2
		1.37 - 7.34	0 – 0	30.2 – 30.2
		1.40 - 7.43	0 – 0	30.2 – 30.2
2	Keruh-Tawar	76.01 - 7.21	224 – 0	224 – 0
		76.12 - 7.24	224 – 0	224 – 0
		76.16 - 7.35	224 – 0	224 – 0
		76.21 - 7.39	224 – 0	224 – 0
3	Jernih-Asam	1.32 - 3.16	0 – 127	0 – 127
		1.35 - 3.19	0 – 127	0 – 127
		1.37 - 3.21	0 – 127	0 – 127
		1.40 - 3.23	0 – 127	0 – 127
4	Keruh-Asam	76.01 - 3.13	224 – 127	225 – 128
		76.12 - 3.17	224 – 127	225 – 128
		76.16 - 3.20	224 – 127	225 – 128
		76.21 - 3.22	224 – 127	225 – 128

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketika kondisi jernih-tawar, nilai pwm pada LCD menunjukan angka 0 sedangkan pada MATLAB 30.2. Terdapat perbedaan pada nilai tersebut yang cukup signifikan. Akan tetapi pada kondisi lain, nilai PWM yang di dapat antara LCD dan MATLAB tidak menunjukan perbedaan nilai yang signifikan.

BAB 7 PENUTUP

Bagian ini memuat kesimpulan dan saran terhadap skripsi. Kesimpulan dan saran disajikan secara terpisah, dengan penjelasan sebagai berikut:

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian, dan analisis sistem, maka penulis menyimpulkan:

1. Untuk merancang sistem rancang bangun filter air berbasis arduino ini dibutuhkan beberapa komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Perangkat keras yang digunakan meliputi dua sensor yang digunakan berupa rangkaian photodiode dan led untuk sensor keruh dan sensor Ph meter yang terhubung dengan mikrokontroler arduino Nano. Terdapat pula beberapa komponen pendukung seperti switch on/off 6 pin, push button, buzzer, 2 buah driver mosfet IRF 520, pin header, 2 buah resistor 10,5 Mohm, heat sink 3 buah, kapasitor $1000\mu f$ 16V, 1 buah diode, LCD 20X4, LED, pompa 12V, dan penyaringan untuk kondisi air keruh dan asam. Untuk perangkat lunak menggunakan Arduino IDE untuk membuat code yang akan dimasukkan ke dalam arduino Nano dan menggunakan MATLAB bertujuan untuk mendapatkan metode *fuzzy* yang penulis buat sehingga mengetahui nilai-nilai yang ada pada input dan juga output.
2. Pada pengujian tingkat akurasi sensor untuk mengetahui kondisi air ini adalah 94.21%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam mendeteksi suatu kondisi air belum akurat dikarenakan penggunaan sensor kekeruhan yang dibuat sendiri dan sensor Ph yang tidak seakurat dengan sensor Ph atau Ph meter yang ada dipasaran.
3. Performa sistem penyaringan air yang sudah dibuat ini diukur dari lama waktu proses penjernihan air yang berbeda waktu proses penjernihannya sesuai dengan kondisi air yang ada. Berdasarkan pengujian sistem penjernihan air dengan kondisi keruh memakan waktu selama kurang lebih 7 jam, hal ini dikarenakan penggunaan filter air yang sederhana dan dibuat dengan bahan-bahan sederhana. Pada kondisi air asam proses penjernihan ini memakan waktu kurang lebih 10 menit dengan menggunakan tawas sebagai penetral kondisi air yang asam.
4. Pada sistem ini digunakan pembacaan nilai dengan menggunakan PWM untuk output pompa 12V yang mana nilai pada PWM ini dibagi menjadi 3 kondisi sesuai dengan kebutuhan input yang sudah dibuat. Nilai PWM yang ada ini dapat dilihat melalui LCD 20X4 yang terdapat pada alat, yang mana nilai PWM pada LCD 20X4 akan dibandingkan dengan nilai PWM didapat pada perhitungan MATLAB yang mana dapat dilihat nilai akurasi nilai PWM pada MATLAB dan juga pada LCD 20X4 yang tersedia.

7.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang diberikan penulis dengan tujuan agar penelitian ini dapat lebih dikembangkan:

1. Pengujian selanjutnya dapat dikembangkan lagi tidak hanya menggunakan air pdam tetapi juga air lainnya.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut, bisa menggunakan sistem penyaringan lain agar proses penyaringan lebih cepat.
3. Pada pengembangan selanjutnya dapat menggunakan sensor yang akurasi nilainya lebih baik.
4. Untuk pengembangan selanjutnya tidak hanya dalam bentuk rancang bangun tetapi dapat diimplementasikan pada tempat penampungan air sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. *Arduino Nano*. [Online] Tersedia di : <<https://www.Arduino.cc/en/Main/ArduinoBoard/Nano>> [Diakses 21 Februari 2017].
- Arduino. *Arduino Nano*. [Online] Tersedia di : <<https://djukarna4arduino.wordpress.com/2015/01/19/arduino-nano/>> [Diakses 23 Februari 2017].
- Budioko, T, 2005, Belajar dengan Mudah dan Cepat Pemrograman Bahasa C dengan SDCC Pada Mikrokontroler AT89X051/AT89C51/52 Teori Simulasi dan Aplikasi, Gava Media, Yogyakarta.
- BAPPENAS.2003. "Pembangunan Air Minum dan Penyehatan Lingkungan Berbasis Masyarakat".
- Dipo, bariguna, CB, 2008, Studi Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Citra Radar Airsars. Fakultas Pertanian Intitut Pertanian, Bogor.
- Fairuz Ahmad, Zubir Mohd. 2009 *Turbidimeter Design and Analysis: A Review on Optical Fiber Sensor for the Measurement of Water Turbidity*. [Online] teredia di : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3292109/>> [Diakses 29 Desember 2017].
- Filter .Filter Air . [Online] Tersediadi :< <http://jadibersih.com/cara-menyaring-air-keruh-menjadi-jernih-dengan-mudah/> > [Diakses 7 Maret 2017].
- M Yufrizal Afif, 2016. *Perancangan Pengendalian Kadar Asam (pH) dan Suhu Pada Miniatur Tambak Udang*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Menteri Kesehatan, 2010. Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Nomer 492/MENKES/PER/IV/2010
- Mosfet. *Driver Mosfet*. [Online] Tersedia di : < <http://elektronika-dasar.web.id/mosfet-sebagai-saklar>> [Diakses 26 Februari 2017].
- Nuzula, Endarko,2013. *Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Berbasis Mikrokontroler*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Pasir .Pasir. [Online] Tersediadi :<<http://arti-definisi-pengertian.info/pengertian-pasir/> > [Diakses 01 Maret 2017]
- Pengertian Teori Asam dan Basa. [Online] Tersedia di : <<http://www.softilmu.com/2015/11/Pengertian-Sifat-Teori-Kekuatan-Keseimbangan-Perbedaan-Asam-dan-Basa-Adalah.html>> [Diakses 11 Desember 2017].
- Pitowarno ,Endra, 2007 Robotika Desain Kontrol dan Kecerdasan Buatan, Andi Offset, Yogyakarta
- Pompa .Pompa Air 12V. [Online] Tersedia di :< <http://sembranitech.com/12v-pompa-air-water-pump-12-volt-dc/> > [Diakses 28 Februari 2017].

- Pulse Width Modulation (PWM). [Online] Tersedia di : <
<http://www.arisulistiono.com/2010/02/pulse-width-modulation-pwm-pengenalan.html#.WkS7S9-WblU>> [Diakses 20 Desember 2017].
- Santoso, Agung Dwi Afrianto, 2014. *Sistem Pengganti Air Berdasarkan Kekeruhan dan Pemberi Pakan Ikan Pada Akuarium Air Tawar Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atemega16*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sciacca, Samuel C. 1995 .”SCADA Concepts”. IEEE.
- Sensor Photodiode .Sensor photodiode. [Online] Tersediadi :<
<http://elektronika-dasar.web.id/sensor-photodiode//>> [Diakses 20 Februari 2017].
- Servo .Motor Servo. [Online] Tersedia di :<<http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/>> [Diakses 25 Februari 2017].
- Servo .Motor Servo. [Online] Tersedia di :<<http://elektronika-dasar.web.id/motor-servo/>> [Diakses 25 Februari 2017].
- Uldin A, Riza. 2001. Pemanfaatan Rangkaian Pengukur Intensitas Cahaya Untuk Rancang Bangun Alat Pengukur Tingkat Kekeruhan Air. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Very, A, dkk, Sistem Pendeteksi Kelayakan Air Minum dalam Kemasan (AMDK) Sebagai Solusi Alternatif BPOM Berbasis Mikrokontroler. Kampus ITS Sukolilo. Surabaya.
- Yanuar Rizky, 2011. *Rancang Bangun Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Pada Proses Pencucian Filter Air Secara Otomatis di PDAM Karangpilang 1*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

LAMPIRAN

A. 1 Program Utama

	Main Program
1	#include <LiquidCrystal.h>
2	#include <Pushbutton.h>
3	#include <FuzzyRule.h>
4	#include <FuzzyComposition.h>
5	#include <Fuzzy.h>
6	#include <FuzzyRuleConsequent.h>
7	#include <FuzzyOutput.h>
8	#include <FuzzyInput.h>
9	#include <FuzzyIO.h>
10	#include <FuzzySet.h>
11	#include <FuzzyRuleAntecedent.h>
12	LiquidCrystal lcd(12, 11, 10, 8, 7, 4);
13	#define sensorpinph A0
14	Pushbutton button(18);
15	#define ldr A3
16	#define led1 5
17	#define led2 6
18	#define pompa1 3
19	#define pompa2 9
20	#define buzzer 2
21	Fuzzy* fuzzy = new Fuzzy();
22	unsigned long int avgValueph;
23	int kondisi;
24	float avgava;
25	float adcmin = 1050, adcmax = 991;
26	float phmin = 4.75, phmax = 7.10;
27	float phreal, avgADCph, avgph_real;
28	int adcph[20], tempPh;
29	float pH;
30	FuzzySet* NS = new FuzzySet(-28.8, -3.2, 3.2, 28.8);
31	FuzzySet* NB = new FuzzySet(11.2, 36.8, 43.2, 68.8);
32	FuzzySet* Z = new FuzzySet(51.2, 76.8, 83.2, 108.8);
33	FuzzySet* NS1 = new FuzzySet(-2.52, -0.28, 0.28, 2.52);
34	FuzzySet* NB1 = new FuzzySet(0.98, 3.22, 3.78, 6.02);
35	FuzzySet* Z1 = new FuzzySet(4.48, 6.72, 7.28, 9.52);
36	float Inv, Air;
37	int pompa_jernih, pompa_asam;
38	void Lcd();
39	void PH_air();
40	void kenernihan_air();
41	void Buzzer();
42	void setup() {
43	// put your setup code here, to run once:
44	Serial.begin(9600);
45	lcd.begin(20, 4);

```

46   lcd.setCursor(0, 0);
47   lcd.print("* Skripsi by Ponco Wiguna *");
48   Lcd();
49   lcd.clear();
50   pinMode(ldr, INPUT);
51   pinMode(sensorpinph, INPUT);
52   pinMode(pompa1, OUTPUT);
53   pinMode(pompa2, OUTPUT);
54   pinMode(led1, OUTPUT);
55   pinMode(led2, OUTPUT);
56   pinMode(buzzer, OUTPUT);
57   Buzzer();
58   Fuzzy();
59 }
60 void loop() {
61   // put your main code here, to run repeatedly:
62   kondisi=0;
63   lcd.setCursor(0, 0);
64   lcd.print("Push your Button [0]");
65   lcd.setCursor(0, 1);
66   lcd.print("    082141723626    ");
67   lcd.setCursor(0, 2);
68   lcd.print("    Call me please    ");
69   lcd.setCursor(0, 3);
70   lcd.print("          :(          ");
71   pompa_jernih=0;
72   pompa_asam=0;
73   analogWrite(pompa1, pompa_jernih);
74   analogWrite(pompa2, pompa_asam);
75   analogWrite(led1, pompa_jernih);
76   analogWrite(led2, pompa_asam);
77   if
78 (button.isPressed()){button.waitForButton();digitalWrite(b
79 uzzzer,                HIGH);delay(500);digitalWrite(buzzer,
80 LOW);kondisi=1;lcd.clear();}
81   while(kondisi==1){
82     lcd.setCursor(0, 0);
83     lcd.print("    *Ponco Wiguna*    ");
84     PH_air();
85     kenernihan_air();
86     fuzzy->setInput(1, Air);
87     fuzzy->setInput(2, pH);
88     fuzzy->fuzzify();
89     pompa_jernih = fuzzy->defuzzify(1);
90     pompa_asam = fuzzy->defuzzify(2);
91     Serial.print("Pompa Air=");
92     Serial.println(pompa_jernih);
93     Serial.print("Pompa basah=");
94     Serial.println(pompa_asam);
95     analogWrite(pompa1, pompa_jernih);
96     analogWrite(pompa2, pompa_asam);

```

97	analogWrite(led1, pompa_jernih);
98	analogWrite(led2, pompa_asam);
99	lcd.setCursor(0, 3);
100	lcd.print("p1 =");
101	lcd.print(pompa_jernih);
102	lcd.print(" ");
103	lcd.print("p2 =");
104	lcd.print(pompa_asam);
105	lcd.print(" ");
106	if(button.isPressed()){button.waitForButton();digitalWrite
107	(buzzer, HIGH);delay(500);digitalWrite(buzzer,
108	LOW);kondisi=0;return 0;}
109	}
110	}

A. 2 Program Fuzzy

	Program Fuzzy
1	void Fuzzy(){
2	// FuzzyInput KEJERNIHAN AIR
3	FuzzyInput* error_air = new FuzzyInput(1);
4	// Criando os FuzzySet que compoem o FuzzyInput distancia
5	error_air->addFuzzySet(NS);
7	error_air->addFuzzySet(NB);
8	error_air->addFuzzySet(Z);
9	fuzzy->addFuzzyInput(error_air); // Fuzzy
10	// FuzzyInput ASAM PH
11	FuzzyInput* error_ph = new FuzzyInput(2);
12	error_ph->addFuzzySet(NS1);
13	error_ph->addFuzzySet(NB1);
14	error_ph->addFuzzySet(Z1);
15	fuzzy->addFuzzyInput(error_ph);
16	// FuzzyOutput POMPA 1
17	FuzzyOutput* pomp1 = new FuzzyOutput(1);
18	// FuzzyOutput
19	FuzzySet* L = new FuzzySet(-91.8, -10.2, 10.2, 91.8);
20	pomp1->addFuzzySet(L);
21	FuzzySet* N = new FuzzySet(35.7, 117.3, 137.7, 219.3);
22	pomp1->addFuzzySet(N);
23	FuzzySet* F = new FuzzySet(163.2, 244.8, 265.2, 346.8);
24	pomp1->addFuzzySet(F);
25	fuzzy->addFuzzyOutput(pomp1);
26	// FuzzyOutput POMPA 2
27	FuzzyOutput* pomp2 = new FuzzyOutput(2);
28	FuzzySet* L1 = new FuzzySet(-91.8, -10.2, 10.2, 91.8);
29	pomp2->addFuzzySet(L1);
30	FuzzySet* N1 = new FuzzySet(35.7, 117.3, 137.7, 219.3);
31	pomp2->addFuzzySet(N1);
32	FuzzySet* F1 = new FuzzySet(163.2, 244.8, 265.1, 346.8);
33	pomp2->addFuzzySet(F1)
34	fuzzy->addFuzzyOutput(pomp2);
35	////////////////////////////////LOGIKAFUZZY////////////////////////////////


```

36 FuzzyRuleAntecedent*disZorNS1=new FuzzyRuleAntecedent();
37 disZorNS1 -> joinWithAND(Z,NS1);
38 FuzzyRuleConsequent* thenFu1= new FuzzyRuleConsequent();
39 thenFu1->addOutput(F);
40 thenFu1->addOutput(L1);
41 FuzzyRule* fuzzyRule1 = new FuzzyRule(1, disZorNS1,
42 thenFu1);
43 fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule1);
44 FuzzyRuleAntecedent*disZorNB1=new FuzzyRuleAntecedent();
45 disZorNB1 -> joinWithAND(Z,NB1);
46 FuzzyRuleConsequent* thenFu2= new FuzzyRuleConsequent();
47 thenFu2->addOutput(F);
48 thenFu2->addOutput(L1);
49 FuzzyRule* fuzzyRule2 = new FuzzyRule(2, disZorNB1,
50 thenFu2);
51 fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule2);
52 FuzzyRuleAntecedent*disZorZ1 = new FuzzyRuleAntecedent();
53 disZorZ1 -> joinWithAND(Z,Z1);
54 FuzzyRuleConsequent* thenFu3= new FuzzyRuleConsequent();
55 thenFu3->addOutput(F);
56 thenFu3->addOutput(L1);
57 FuzzyRule* fuzzyRule3 = new FuzzyRule(3, disZorZ1,
58 thenFu3);
59 fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule3);
60 FuzzyRuleAntecedent*disNBorNS1=newFuzzyRuleAntecedent();
61 disNBorNS1 -> joinWithAND(NB,NS1);
62 FuzzyRuleConsequent* thenFu4= new FuzzyRuleConsequent();
63 thenFu4->addOutput(N);
64 thenFu4->addOutput(L1);
65 FuzzyRule* fuzzyRule4 = new FuzzyRule(4, disNBorNS1,
66 thenFu4);
67 fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule4);
68 FuzzyRuleAntecedent*disNBorNB1=newFuzzyRuleAntecedent();
69 disNBorNB1 -> joinWithAND(NB,NB1);
70 FuzzyRuleConsequent* thenFu5= new FuzzyRuleConsequent();
71 thenFu5->addOutput(N);
72 thenFu5->addOutput(L1);
73 FuzzyRule* fuzzyRule5 = new FuzzyRule(5, disNBorNB1,
74 thenFu5);
75 fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule5);
76 FuzzyRuleAntecedent*disNBorZ1=new FuzzyRuleAntecedent();
77 disNBorZ1 -> joinWithAND(NB,Z1);
78 FuzzyRuleConsequent* thenFu6= new FuzzyRuleConsequent();
79 thenFu6->addOutput(N);
80 thenFu6->addOutput(L1);
81 FuzzyRule* fuzzyRule6 = new FuzzyRule(6, disNBorZ1,
82 thenFu6);
83 fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule6);
84 FuzzyRuleAntecedent*disNSandNS1=newFuzzyRuleAntecedent();
85 disNSandNS1 -> joinWithAND(NS,NS1);
86 FuzzyRuleConsequent* thenFu7= new FuzzyRuleConsequent();

```

87	thenFu7->addOutput(L);
88	thenFu7->addOutput(F1);
89	FuzzyRule* fuzzyRule7 = new FuzzyRule(7, disNSandNS1,
90	thenFu7);
91	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule7);
92	FuzzyRuleAntecedent*disNSandNB1=newFuzzyRuleAntecedent();
93	disNSandNB1 -> joinWithAND(NS,NB1);
94	FuzzyRuleConsequent* thenFu8= new FuzzyRuleConsequent();
95	thenFu8->addOutput(L);
96	thenFu8->addOutput(N1);
97	FuzzyRule* fuzzyRule8 = new FuzzyRule(8, disNSandNB1,
98	thenFu8);
99	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule8);
100	FuzzyRuleAntecedent*disNSandZ1=newFuzzyRuleAntecedent();
101	disNSandZ1 -> joinWithAND(NS,Z1);
102	FuzzyRuleConsequent* thenFu9= new FuzzyRuleConsequent();
103	thenFu9->addOutput(L);
104	thenFu9->addOutput(L1);
105	FuzzyRule* fuzzyRule9 = new FuzzyRule(9, disNSandZ1,
106	thenFu9);
107	fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule9);
108	}

A. 3 Program Sensor

	Program Sensor
1	void Lcd(){
2	for (int positionCounter = 0; positionCounter < 14;
3	positionCounter++) {
4	lcd.scrollDisplayLeft();
5	delay(250);
6	}
7	for (int positionCounter = 0; positionCounter < 29;
8	positionCounter++) {
9	lcd.scrollDisplayRight();
10	delay(250);
11	}
12	for (int positionCounter = 0; positionCounter < 16;
13	positionCounter++) {
14	lcd.scrollDisplayLeft();
15	delay(250);
16	}
17	}
18	void PH_air(){
19	unsigned long time;
20	time = millis();
21	avgph_real=0;
22	float bufph_real=0;
23	for(int a=0;a<5;a++){ //sampling 5 kali (5 x 100)
24	for(int i=0;i<20;i++){ //mengambil 20 sampling, tiap
25	5ms 1 sampling (20 x 5)
26	adcph[i]=analogRead(sensorpinph);

```

27     delay(5);
28 }
29 for(int i=0;i<19;i++) { //menyortir nilai analog dari
30 terkecil ke terbesar
31     for(int j=i+1;j<20;j++) {
32         if(adcph[i]>adcph[j]) {
33             tempPh=adcph[i];
34             adcph[i]=adcph[j];
35             adcph[j]=tempPh;
36         }
37     }
38 }
39 avgValueph=0;
40 for(int i=4;i<16;i++) avgValueph+=adcph[i]; // noise
41 (ambil nilai center)
42 float avgADCph=(float)avgValueph/12; // rata-rata
43 // Serial.println(avgADCph);
44 phreal = ((avgADCph - adcmin)*((phmax-phmin)/(adcmax-
45 adcmin)))+phmin;
46 bufph_real+=phreal;
47 }
48 avgph_real=bufph_real/7.15;
49 pH =avgph_real;
50 lcd.setCursor(0, 1);
51 lcd.print("PH = ");
52 lcd.print(pH);
53 lcd.print(" ");
54 Serial.print("Millis : ");
55 Serial.print(millis()-time);
56 Serial.print("          ph_real : ");
57 Serial.println(pH);
58 }
59 void kenernihan_air(){
60     Inv = analogRead(ldr);
61     Air=(0.08828125*Inv);
62     lcd.setCursor(0, 2);
63     lcd.print("TDS = ");
64     lcd.print(Air);
65     lcd.print("% ");
66     Serial.print("keruh=");
67     Serial.print(Air);
68     Serial.println(" %");
69     Serial.print("Hasil Sensor=");
70     Serial.println(Inv);
71 }
72 void Buzzer(){
73     digitalWrite(buzzer, HIGH);
74     delay(500);
75     digitalWrite(buzzer, LOW);
76     delay(100);
77     digitalWrite(buzzer, HIGH);

```

78	<code>delay(500);</code>
79	<code>digitalWrite(buzzer, LOW);</code>
80	<code>delay(100);</code>
81	<code>digitalWrite(buzzer, HIGH);</code>
82	<code>delay(500);</code>
83	<code>digitalWrite(buzzer, LOW);</code>
84	<code>delay(100);</code>
85	<code>}</code>

A. 4 Kusioner